JAHRGANG XXVI. 1876. HEFT IV BIS VII.

Anzeige.

Der Herr Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten hat die durch den Tod des Geheimen Regierungsraths Erbkam erledigte Stellung eines ersten Redacteurs der „Zeitschrift für Bauwesen" dem im Ministerium für Handel etc. angestellten Bauinspector F. Endell übertragen, und die Redactions-Commission durch die Geheimen Ober-Bauräthe H. Herrmann und O. Baensch sowie den Geheimen Baurath H. Oberbeck verstärkt.

Berlin, den 28. April 1876.

Die Redactions-Commission der Zeitschrift für Bauwesen.

Fr. Hitzig. J. W. Schwedler. H. Herrmann. O. Baensch. H. Oberbeck.

Amtliche Bekanntmachungen.

Bekanntmachung vom 3. Februar 1876, betreffend die Abänderung des §. 5 der Vorschriften für die Ausbildung und Prüfung derjenigen, welche sich dem Baufache widmen, vom 3. September 1868.

Der §. 5 der „Vorschriften für die Ausbildung und Prüfung derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen" vom 3. September 1868 wird aufgehoben und durch die nachfolgende Bestimmung ersetzt:

§. 5.

„Bei der Meldung zur Prüfung sind mit dem Nachweis ad c. §. 4 vorzulegen:

Studienzeichnungen, welche der Candidat nach eidesstattlicher Erklärung selbst angefertigt hat, und welche den Grad der erworbenen Fähigkeit im Freihandzeichnen und Entwerfen darthun, insbesondere ersehen lassen, dafs der Candidat sich die erforderliche Uebung im Architektur- und Ornamentenzeichnen, im Planzeichnen, in der Anwendung der Perspective und im Projectiren einfacher Bauwerke zu eigen gemacht hat."

Berlin, den 3. Februar 1876.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
Achenbach.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten,

im Ressort des K. Ministeriums für Handel etc.
(Anfang April 1876.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:
dem Ober-Landes-Baudirector, Vorsitzenden der K. Technischen Bau-Deputation, Dr. Hagen hier, bei seinem Ausscheiden aus dem Staatsdienste, sowie
dem Wirklichen Geheimen Ober-Finanzrath Eytelwein hierselbst
den Charakter als Wirklicher Geheimer Rath mit dem Prädicat „Excellenz",
ferner:
dem Regierungs- und Baurath Brennhausen zu Breslau, und dem inzwischen verstorbenen Baurath Erbkam hier
den Charakter als Geheimer Regierungsrath verliehen.

Von Sr. Majestät sind die Regierungs- und Bauräthe Oberbeck in Berlin und Hagen, früher in Cöslin, zu Geheimen Bauräthen und vortragenden Räthen im K. Ministerium für Handel etc., ferner
der Professor und Baurath Adler, und der Bauinspector a.D., Stadt-Baurath Blankenstein, beide in Berlin, zu Mitgliedern der K. Technischen Bau-Deputation hierselbst ernannt.

Dem Hof-Bauinspector Persius in Potsdam ist der Charakter als Hof-Baurath,
dem bei der Berg-Verwaltung angestellten Bau- und Maschinen-Inspector Neufang in Saarbrücken,
dem Bauinspector Wiegand in Königsberg i/Pr., sowie
dem Bauinspector Treuhaupt in Gumbinnen und
dem Kreis-Baumeister Ritter in Trier der Charakter als Baurath verliehen.

Dem Ober-Bau- und Ministerial-Director Weishaupt ist der Vorsitz bei der K. Technischen Bau-Deputation übertragen.

Beförderungen.

Der Land-Baumeister Krause in Berlin ist zum Bauinspector beim K. Polizei-Präsidium in Berlin ernannt,
desgl. der Eisenbahn-Baumeister Monscheur in Kattowitz zum Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector daselbst (siehe Versetzungen),
desgl. der Land-Baumeister Endell, früher in Stettin, zum Bauinspector und technischen Hilfsarbeiter in der Bau-Abtheilung des K. Ministeriums für Handel etc. in Berlin,
desgl. der Kreis-Baumeister Lichnock in Rheine zum Bau-Inspector in Essen,
der Kreis-Baumeister Hirt in Samter zum Bauinspector in Posen,
der Land-Baumeister Kühn in Berlin zum Bauinspector bei der K. Ministerial-Bau-Commission hierselbst,
der Land-Baumeister Mendthal in Königsberg i/Pr. zum Schlofs-Bauinspector daselbst,
der Wasser-Baumeister Stiewe in Rothebude zum Wasser-Bauinspector in Elbing,

der Eisenbahn-Baumeister Mentzel in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector daselbst unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers des bautechnischen Büreaus der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn.

Der Land-Baumeister Paarmann in Königsberg,

der Land-Baumeister Heimerdinger in Berlin, und

der Land-Baumeister Steinberg in Magdeburg sind zu Bauinspectoren im Ressort der K. Militair-Verwaltung ernannt.

Ernennungen, Anstellungen.

Der Baurath und Professor von Dehn-Rotfelser zu Cassel ist nach Aufhebung der General-Verwaltung des Kurfürstlichen Hausfideicommisses in die Reihe der Staats-Baubeamten getreten.

Der Eisenbahn-Ober-Betriebs-Inspector Sebaldt ist zum Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Danzig ernannt,

desgl. der Baurath Lüdecke in Breslau zum Director der dortigen Bau- und Kunstgewerbe-Schule,

desgl. der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Koschel in Breslau zum technischen Mitgliede des K. Eisenbahn-Commissariats daselbst,

ferner die Baumeister:

Lucas zum Land-Baumeister bei der K. Regierung in Merseburg,

Stocks zum Land-Baumeister bei dem K. Polizei-Präsidium in Berlin,

Merzenich zum Baumeister der K. Museen in Berlin,

Balthasar zum Land-Baumeister bei der K. Regierung zu Stettin,

Stoedtner zum Kreis-Baumeister in Warburg,

Brünecke zum Kreis-Baumeister in Wollstein, und

Bayer zum Land-Baumeister in Potsdam.

Dem mit Bau-Ausführungen im Regierungsbezirk Stralsund beschäftigt gewesenen Wasser-Baumeister Panse ist die Wasser-Baumeister-Stelle in Rothebude (Reg. Bez. Danzig) verliehen.

Versetzungen.

Der Eisenbahn-Baumeister Mappes ist von Danzig nach Insterburg versetzt,

desgl. der Bauinspector Petersen von Posen nach Landsberg a/W.,

desgl. der Bauinspector Nönchen von Altona nach Hadersleben,

desgl. der Kreis-Baumeister Jensen von Sonderburg nach Flensburg,

desgl. der Kreis-Baumeister Greve von Segeberg nach Oldesloe,

desgl. der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Monscheur als Vorsteher einer Abtheilung des technischen Büreaus der K. Direction der Ostbahn von Kattowitz nach Bromberg,

desgl. der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Westphal von Bromberg nach Kattowitz,

desgl. der Eisenbahn-Baumeister Zimmermann von Hanau nach Hannover unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers des bautechnischen Büreaus der K. Eisenbahn-Direction daselbst,

desgl. der Eisenbahn-Bauinspector Magnus von Landsberg a/W. nach Berlin,

desgl. der Eisenbahn-Baumeister Nicolassen von Berlin nach Landsberg a/W., und

der Eisenbahn-Baumeister Homburg von Konitz nach Lyck i/Pr.,

desgl. der Eisenbahn-Baumeister Usener von Kattowitz nach Posen, und

der Eisenbahn-Baumeister Viereck von Gleiwitz nach Kattowitz,

desgl. der Kreis-Baumeister Krone von Bitburg nach Neuhaldensleben,

desgl. der Kreis-Baumeister Wolff von Meppen nach Herzberg a/H. in Stelle des verstorbenen Bauinspectors Thieler,

desgl. der Eisenbahn-Baumeister Textor als technischer Hilfsarbeiter bei der K. Eisenbahn-Direction von Osnabrück nach Hannover,

desgl. der Eisenbahn-Baumeister Hellwig von Wiesbaden nach Hannover,

desgl. der Eisenbahn-Bauinspector Kettler von Hannover nach Osnabrück,

desgl. der Regierungs- und Baurath Wellmann von Berlin nach Stralsund,

desgl. der Eisenbahn-Bauinspector Ruttkowski, bisher im technischen Eisenbahn-Büreau des K. Ministeriums für Handel etc. in Berlin, als Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector nach Hannover, und

der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Schulenburg von Hannover zum technischen Eisenbahn-Büreau des Handels-Ministeriums in Berlin.

Aus dem Staatsdienste, insbesondere in Folge der Uebernahme der Chausseen Seitens der Provinzialständischen Verbände, sind geschieden:

der Regierungs- und Baurath Jessen zu Schleswig,

der Regierungs- und Baurath Voiges zu Frankfurt a/O.,

der Bauinspector Eckermann zu Heide,

der Bauinspector Gätjens zu Itzehoe,

der Bauinspector Fischer zu Hadersleben,

der Kreis-Baumeister Thordsen zu Flensburg, und

der Kreis-Baumeister Vofs zu Ploen.

In den Ruhestand sind getreten resp. treten:

der Ober-Landes-Baudirector, Wirkliche Geheime Rath Dr. Hagen zu Berlin,

der Geheime Regierungs- und Baurath Dömming in Stralsund,

der Wasser-Bauinspector Klopsch in Elbing,

der Bauinspector Engelhardt in Essen,

der Kreis-Baumeister von Gropp in Warburg, und

der Bauinspector Koken in Stade.

Gestorben sind:

der Geheime Regierungsrath Erbkam in Berlin,

der Kreis-Baumeister Franke in Neuhaldensleben,

der Bauinspector Thieler in Herzberg a/H., und

der Eisenbahn-Baumeister Rascher in Posen.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Der Zoologische Garten in Berlin.

IV. Das Elephantenhaus.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 21 und 22 im Atlas.)

Die Reorganisation des zoologischen Gartens hatte als leitenden Grundsatz aufgestellt, die verschiedenen Arten einer Thiergattung der besseren und vergleichenden Beobachtung wegen unmittelbar neben einander zu placiren. Es trat demnach, wie bei der Familie der Adler, der verschiedenen Raubthiere, Antilopen etc., auch für die Dickhäuter das Bedürfnifs nach einem besonderen Gebäude für dieselben ein. Das vorhandene Elephantenhaus entsprach so wenig in seiner inneren Anordnung und durch seine lichtlosen Räumlichkeiten den Anforderungen, dafs selbst ein Erweiterungsbau desselben als unzweckmäfsig aufgegeben werden mufste. Der inzwischen erfolgte Ankauf neuer Thiere dieser Gattung führte zum Entschlufs eines Neubaues, des sogenannten Elephantenhauses.

Die meisten dieser Dickhäuter gehören dem asiatischen Indien an. Somit lag es nahe, dem Kreise altindischer Tempel- und Palastbauten die Motive für die Bauformen zu entlehnen. Da diese Bauten sich durch eine überreiche Fülle plastischen Ornamentschmuckes auszeichnen und die zur Disposition stehenden Mittel und das gebotene Ziegel-Rohbau-Material hierfür nicht ausreichten, so wurde als Ersatz desselben zum Schmuck durch Malerei übergegangen. Die Fugentheilung des Ziegelbaues der Kuppeln, Thürmelungen und sonstigen Architekturtheile wiesen auf eine mosaikartige Behandlung dieser Flächen hin.

Dadurch dafs der Ziegelkopf durch eine gemalte Fuge noch einmal getheilt wurde, ergaben sich gleichmäfsige quadratische Farbenflächen von $0,_{065}$ m Gröfse. In der gerade zu dieser Zeit auftretenden Silikatfarbe bot sich ein verhältnifsmäfsig billiges und ziemlich wetterbeständiges Farbenmittel. Alt-indische Teppiche gaben die Motive für die Ornamentformen und die Farbengebung.

Der Flächenraum des von Süden nach Norden sich erstreckenden Langbaues beträgt einschliefslich der Thurmanbauten rot. 1126 □m, wovon 689 □m auf Stallungen und 437 □m auf Zuschauer- und Wohnräume kommen. Rechnet man die umfangreichen Ausläufe mit ca. 2000 □m hinzu, so ergiebt sich ein Gesammtinhalt von 3126 □m bebauter Fläche.

Die Einführung des Lichtes geschieht theils durch die nach innen liegenden, als Oberlichtflächen ausgebildeten Dachflächen der mittleren Langbauten, theils durch Oberlichte zwischen den Kuppeln der Elephantenställe und dem Dach über dem Zuschauerraum *h*. Analog der Lichteinführung bei den anderen Thierhäusern wurde auch hier darauf Bedacht genommen, den Beschauer soviel wie möglich der Einwirkung des directen Lichtes zu entziehen und ihn von einem indirect beleuchteten Raume in die sonnigen Ställe blicken zu lassen. Letztere, 52 cm über dem Fliesenbelag des Zuschauerraumes liegend, lehnen sich unmittelbar an die Umfassungsmauern an. Hölzerne Schiebethüren bewirken die Verbindung mit den Ausläufen. Der beim Antilopenhaus angeordnete Wärtergang konnte hier in Wegfall kommen; die grofsen Zwischenweiten der einzelnen Stäbe in dem Scheidegitter gestatten bequem die Communication von Stall zu Stall, der Wärter hat also für sich nicht nöthig, die Verbindungsthüren zu öffnen. Letztere sind hier ähnlich wie beim Antilopenhaus construirt und werden mittelst Schrauben an die oberen und unteren Flacheisen der Gitterwände befestigt. Eine Ausnahme machen die ca. 35 Centner schweren Elephantenstallthüren. Zur bequemen Handhabung derselben sind in den Räumen *k* des Grundrisses Windevorrichtungen angelegt, von welchen starke Zahnstangen bis zu der auf Rollen laufenden Thür führen. Hierbei dürfte die Mittheilung interessant sein, dafs kurz nach der Ueberführung des indischen Elephanten dieser seine Thür selbst öffnete und Nachts einen Spaziergang in den Garten unternahm. Ein Schlitz von 1 cm Breite zwischen Thür und Thürrahmen war genügend, um durch Einschieben des Fingers am Rüssel die Thür mit Schnelligkeit bei Seite fliegen zu lassen. Ebenso hatte man der Kraft des Thieres gegenüber keinen Maafsstab für die Eisenstärken der Gitter. Die Rundstäbe der letzteren, 8 cm im Durchmesser stark, wurden mit Leichtigkeit nach verschiedenen Richtungen gebogen. Es mufsten deshalb diese Stäbe in ihrer ganzen Höhe mit Stacheln versehen werden. Die eigenthümliche Scheu der Thiere vor solchen Stacheln schützt seitdem das Gitter.

In den Souterrain-Räumen unter *f*, rechts und links vom Eingang *l*, sind die zur Heizung erforderlichen 4 Caloriferen aufgestellt. Die erwärmte Luft wird unter den Ställen fort durch gemauerte Canäle den Ausströmungsöffnungen (*i*) zugeführt. Die Ventilation geschieht theils durch stellbare Klappen, welche in der ganzen Länge der Oberlichte sich über den Ställen hinziehen, theils durch Vorrichtungen unterhalb der 8 als Ventilationsschachte benutzten kleinen Kuppelthürme. Letztere, sowie auch die zwei Hauptkuppeln sind massiv 13 cm stark in hydraulischem Kalkmörtel ausgeführt. Für die zwei gröfseren sind behufs Erledigung etwaiger Reparaturen Hilfsgerüste im Innern aufgestellt, welche jedoch unabhängig vom Gewölbe construirt sind. Die Kuppelaufsätze und Spitzen der geschweiften Hauptgesimsabdeckungen, sowie die Hauptgesimsbekrönungen sind in Zinkblech, die Eindeckung der spitzbogenförmigen Dächer in grünem Marseiller Schiefer ausgeführt, das Dach des Zwischenraumes in Holzcement hergestellt.

Für die Farbengebung ist, wie schon Eingangs erwähnt, zum ersten Mal die Silikatfarbe, ein Fabrikat der Gesellschaft Vieille Montagne, in gröfserem Maafsstabe zur Anwendung gebracht, nachdem vor einigen Jahren versuchsweise die äufseren Putzflächen des neuen Raubthierhauses damit

abgefärbt waren. Die Probe hatte sich bez. der Haltbarkeit und Gleichmäfsigkeit der Farbe gut bewährt. Wenn die Erwartungen bei diesem Bau sich nicht vollständig erfüllt haben, so liegt die Schuld zum Theil daran, dafs trotz der besten Aufsicht nicht immer den Farben der richtige Zusatz von Silikat gegeben worden ist und dafs eine Erfahrung dafür gefehlt hatte, dafs Verblendsteine für diesen Zweck nicht, wie das sonst zu geschehen pflegt, mit verdünnter Salzsäure zu reinigen sind. Es bildeten sich hier chemische Verbindungen, welche zum Theil die Farben veränderten. Für die Herstellung der Gold- und Silberflächen sind echt vergoldete oder versilberte Staniolplättchen verwendet worden, welche mit einem Klebemittel auf die Steine aufgeklebt sind, ein Verfahren, welches sich sehr gut bewährt hat.

Beendet wurde der Bau im Herbst desselben Jahres nach $^3/_4$-jähriger Bauzeit.

Die Gesammtkosten belaufen sich für das Gebäude excl. der Ausläufe auf rot. 100000 Thlr. = 300000 Mark, was für den □^{m} $266,_{43}$ Mark ergiebt, ein Preis, welcher durch die Conjuncturen des Jahres 1873 sich rechtfertigt.

Ende & Böckmann.

Städtische Realschule zu Zwickau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 23 bis 26 im Atlas.)

Unter der Reihe der in dem letzten Jahrzehent begründeten Realschulen Sachsens dürfte die Zwickauer Realschule (erster Ordnung) sowohl nach Frequenz, wie nach Leitung einen hervorragenden Rang einnehmen. Das zur Aufnahme für dieselbe bestimmte Gebäude, im Westen der Stadt und in einer wegen der unmittelbar angrenzenden, weit über Zwickau hinaus bekannten herrlichen Schwanenteichpromenaden anmuthigen Gegend gelegen, wurde im Jahre 1870 begonnen und im darauf folgenden Jahre vollendet und bezogen. Es ist nach den Plänen des Unterzeichneten ohne irgend eine Abweichung von dem Entwurfe ausgeführt, welcher bei einer i. J. 1869 vom Rathe zu Zwickau ausgeschriebenen Concurrenz mit dem ersten Preise bedacht wurde. — Der Rohbau des in hierorts üblicher Weise in Sandsteinarchitektur mit Putzflächen ausgeführten Gebäudes liefert das Beispiel einer raschen und zugleich exacten Bauausführung, indem er durch Maurermeister Flechsig am 1. April 1870 begonnen und Ende Juli desselben Jahres durch Zimmermeister Ulbricht unter Dach gebracht war. Die Leitung des Baues erfolgte durch Herrn Stadtbaumeister Schramm und Conducteur Gneus.

Die Gründungen, deren Sohle wegen des an der Baustelle (dem sogen. Schulgraben) tief gelegenen, aufzufüllenden Terrains in den Umfassungen bis $3,_7{}^m$, in den Scheidungen bis $3,_3{}^m$ unter dem Strafsenniveau gelegen ist, während der Kellerfufsboden um $1,_4{}^m$ unter demselben liegt, wurden aus einem sehr lagerhaften Thonschiefer von den Brüchen des Kammergutes Wiesenburg hergestellt, der als eines der ältesten sedimentären Gebilde bekannt ist. Zu dem Untersockel, sowie der Frei- und der inneren Haupttreppe wurde bayrischer Granit verwendet, der Obersockel aber besteht aus Rochlitzer Porphyrquadern in sogenannter reiner (scharrirter) Arbeit, die dem ganzen Gebäude durch ihre schöne rothe Färbung ein kräftig-coloristisches Basament geben. Die übrigen äufseren architektonischen Theile, wie Fenstergerüste, Gurt- und Hauptgesimse, sowie die Pfeiler der Eingangshalle sind von sächsischem Quader- oder Elbsandstein. Zu dem Mauerwerk vom Gebäudesockel ab wurden Ziegel verwendet, die in Zwickau zum grofsen Theil mittelst Maschinen in vorzüglicher Qualität fabricirt werden; das Dach ist mit englischem Schiefer einfach auf Schalung eingedeckt und mit stehenden gufseisernen Dachfenstern aus der benachbarten Königin-Marienhütte versehen.

Ueber die Einrichtung geben die Grundrisse auf Bl. 23 und der Durchschnitt auf Bl. 25 genügenden Aufschlufs, wozu noch bemerkt sein möge, dafs die Subsellien mit feststehender eichener Tischplatte versehen und zweisitzig, unter Berücksichtigung der neuesten ärztlichen Erfahrungen und der bei verschiedenen Körpergröfsen zu wählenden Dimensionen, construirt sind. Die Beheizung und Ventilation des ganzen Gebäudes mit Ausnahme der Hausmannswohnung erfolgt durch Luftheizung nach dem System des Ingenieurs E. Kelling in Dresden, das auch anderwärts vielfache Anwendung gefunden und sich hier ebenfalls gut bewährt hat. Es sind jedoch, um lange Horizontalleitungen der erwärmten Luft und damit Zugstörungen zu vermeiden, anstatt weniger grofser, 7 kleinere Caloriferen eingebaut und die Luftcanäle so viel als möglich, um Auswechselungen in den Balkenlagen zu umgehen, in die Querscheidungen gelegt worden. Wie ersichtlich, ist jedes Zimmer mit zwei Canälen versehen, deren einer, mit oberer und unterer Klappe zum Stellen, zur Zuführung der warmen Luft aus der Heizkammer, und deren anderer, nur mit oberer Klappe, zur Abführung der gebrauchten Luft nach dem Dachboden dient. Uebrigens sei bezüglich des Näheren über dieses Heizsystem auf die in dieser Zeitschrift ebenfalls veröffentlichte Beheizung der Annen-Realschule zu Dresden (Jahrgang 1871, p. 439) verwiesen.

Nach den von den Herren Dr. Schurtz und Dr. Weber angestellten anemometrischen Versuchen ergab sich z. B. in einem Zimmer der Realschule von $223,_5$ kb^m Inhalt bei 16° R. Innen- und 2° Aufsentemperatur eine Luftbewegung von 750 kb^m pro Stunde, eine Menge, die für 50 Schüler vollkommen ausreicht. Nach den gemachten Beobachtungen wurde jedes Zimmer der Realschule durchschnittlich bei geringer Temperaturdifferenz stündlich zweimal, bei gröfserer Differenz dreimal mit frischer Luft versorgt. Der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft bei in Gang befindlicher Ventilation betrug durchschnittlich $0,_{0004}$, der Feuchtigkeitsgehalt im Durchschnitt 55 %, wenn die an der Heizung befindlichen Wasserverdampfungsapparate gefüllt waren; er fiel auf 40 % bei Abstellung der Wasserreservoirs. (Im Singsaale oder Combinationszimmer der Realschule war der Feuchtigkeitsgehalt der Luft vor dem Singen 50 %, stieg aber während des Singens auf 80 %, woraus erhellt, dafs der hohe Feuchtigkeitsgehalt der Luft in einem Schulzimmer eine Folge der Ausdünstung, mithin Zeichen schlechter Luft ist.)

Der Brennmaterialverbrauch ist durch sehr sorgfältige Beobachtungen des Herrn Stadtrath Kaiser in Zwickau innerhalb der ersten Wintermonate, während welcher die Schule der Benutzung übergeben war, ermittelt worden. Das Ergebnifs derselben gipfelt darin, dafs in der Realschule pro Tag (von den 49 Tagen des Februar und März 1871) durchschnittlich 4492 kb^m Zimmerraum bei $5,_{25}$ ^{0} mittlerer Kälte-Aufsentemperatur und 17 ^{0} durchschnittlich erhaltener Zimmertemperatur mit $8,_{24}$ Hectoliter Kohlen zu heizen waren und dafs bei den damaligen Kohlenpreisen (1 Scheffel = $1,_{03}$ Hectoliter = 91 $^2/_3$ Pf.) die Beheizung von 1000 kb^m Zimmerraum ca. 20 Sgr. $2,_2$ Pf. = 2 M. $2,_2$ Pf. gekostet hat. Indefs sind diese Resultate des ersten Winters noch nicht als Normalleistung der Heizanlage zu betrachten, da nur 2 Monate statt 6 in Betracht gezogen werden konnten und die Mauern noch nicht vollständig ausgetrocknet waren.

Die Baukosten betragen nach Ausweis der abgeschlossenen Kämmereirechnung:

Aufwand bei den vorbereitenden Arbeiten, Concurrenz etc.	1204 Thlr.
Bau des Hauptgebäudes einschliefslich der Heizung (7000 Thlr.) und der Abtrittanlagen (1328 Thlr.) =	58926 -
Für die innere Ausstattung an Schränken, Subsellien etc.	4495 -
Herstellung der Umfriedigung, Entwässerung und Planirung des Schulhofes	1929 -
Kosten der Anlagen um das Gebäude	136 -
Insgemein	9 -
Summa	66699 Thlr.

und zwar bei einer bebauten Grundfläche von 1144 □^{m}, voller Unterkellerung und 3 Stockwerken Höhe und einem niedrigen Abtrittbau von 89 □^{m} Grundfläche. Es kostet demnach der □^{m} bebaute Grundfläche des Hauptgebäudes ca. 50 Thlr. 10 Sgr. = 151 M.

Chemnitz, im März 1875.

Alwin Gottschaldt.

Das Städtische Allgemeine Krankenhaus in Berlin im Friedrichshain.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 24 bis 32, 42 bis 47, 66 bis 68 im Atlas des Jahrgangs 1875 und auf Blatt 10 bis 13 im Atlas des laufenden Jahrgangs.)

(Schlufs.)

Das Badehaus. Blatt 68 (Jahrg. 1875).

Da sich in jedem Geschofs der Krankengebäude Wannenbäder befinden, waren in diesem möglichst central gelegenen Gebäude nur das Dampfbad und das römische Bad unterzubringen.

Das kleine, auf einer Grundfläche von nur 162 □Meter errichtete und nicht unterkellerte Bauwerk, welches vor dem Oeconomiegebäude in der Hauptachse der Anlage steht, zeigt in seiner äufseren Erscheinung im Wesentlichen den Charakter der übrigen Gebäude.

Man gelangt von dem der Anstalt zugewandten Eingange in einen kleinen Vorflur, an welchen die Stube des Badewärters, das Closet und der Aufgang zum Dachraum, sowie der $6,_{25}$ ^{m} im Quadrat grofse Auskleideraum (Frigidarium) anstofsen. Neben dem Frigidarium, welches 6, durch niedrige Brettwände und Vorhänge gebildete Auskleidezellen enthält, liegt auf der einen Seite das römische Bad (das Tepidarium nebst dem Sudatorium und Lavarium), auf der anderen Seite das Dampfbad, zu welchem man durch das zwischen diesem und dem römischen Bade eingeschaltete, zur Benutzung für Beide bestimmte Lavarium gelangt. Sämmtliche Decken des Gebäudes sind gewölbt und alle zu den Bädern gehörigen Räume ringsum von doppelten Wänden umgeben. Die Heizung wird überall durch Dampf von den Kesseln des Oeconomiegebäudes aus bewirkt. Zur Erwärmung der Luft in den Schwitzräumen des römischen Bades ist unter dem Fufsboden derselben eine die Röhrenregister enthaltende Heizkammer angelegt; in dieser wird die von Aufsen her eintretende Luft erwärmt, um sodann durch die rings an den Wänden des Tepidariums und Sudatoriums im Fufsboden liegenden eisernen Gitter nach Oben hin auszuströmen. Die Register für die übrigen Räume sind in diesen selbst aufgestellt und mit Drahtgittern umgeben.

Während alle übrigen Räume des Hauses durch seitliche Fenster erleuchtet werden, sind im Tepidarium und Sudatorium zur Vermeidung einer zu starken Abkühlung dieser Räume statt der Fenster Oberlichter von geringen Dimensionen angebracht worden. Die durch diese hindurchgeführten Ventilations-Abzugsröhren endigen über Dach in Wolpertschen Aufsätzen und sind in der Decke durch eine Blechklappe verschliefsbar. Die Ventilation des Lavariums und des Dampfbades ist in ähnlicher Weise mittelst durch das Gewölbe hindurch gehender Röhren hergestellt; das Ventilationsrohr des Frigidariums steigt in einer der Zwischenwände auf.

Zu den Fufsböden im Flur und in den Schwitzräumen sind Mettlacher Fliesen verwendet. Der Wasch- und der Dampfraum haben gehobelte Lattenböden erhalten; ein unter denselben befindliches Ziegelpflaster mit starkem Gefälle dient zur Ableitung des Wassers. In den übrigen Räumen sind kieferne Riemenböden zur Anwendung gebracht. Wände und Decken der Baderäume sind mit Oelfarbe gestrichen. Um in denselben die Anwendung von Eisen und Holz möglichst zu vermeiden, sind Messingbeschläge und statt doppelter Thüren Portieren von dickem Wollenstoff angeordnet worden. Das Lavarium enthält aufser einer Badewanne alle zur Douche erforderlichen Vorrichtungen. Das Dampfbad ist mit Dampfauslässen an geeigneten Stellen, sowie mit einer Dampfdouche versehen; die stufenförmigen Lagerstellen sind aus Eichenbohlen construirt.

Der zum gröfseren Theil nur niedrige und durch Lichtschächte durchbrochene Bodenraum enthält ein kleines Wasserreservoir mit Dampfzuleitung und dient zum Trocknen der Badewäsche.

Das Leichenhaus. Blatt 27 u. 28 (Jahrg. 1876).

Dies Gebäude, in der Mittelachse des Oeconomiegebäudes und nördlich von demselben in einem Abstande von $34,_{50}$ ^{m} errichtet, liegt in der Nähe des Thores nach der Parkstrafse, durch welches die Leichenbegängnisse stattfinden,

und in ziemlicher Entfernung von den Pavillons, von welchen aus es jedoch auf erhöheten trottoirähnlichen Verbindungswegen zur Erleichterung des Leichentransports zu erreichen ist. An einen erhöheten Mittelbau von $9,_{00}$ m Giebelfront und $15,_{90}$ m Länge schliefst sich zu beiden Seiten je ein $6,_{45}$ m langer und $10,_{35}$ m tiefer Flügel an. Im Erdgeschofs des ersteren befindet sich, mit dem Zugang von der Nordseite her durch einen von zwei Sandsteinpilastern getragenen Vorbau, die zu Leichenfeierlichkeiten bestimmte Begräbnifscapelle. Dieselbe hat eine Gröfse von $7,_{65}$ m im Quadrat, ist überwölbt, mit farbigen Fenstern und auf den Wand- und Deckenflächen mit einer angemessenen Decoration in gesättigten Farben versehen.

Ein zweiter Eingang von Süden her führt zu den beiden Secirzimmern im westlichen Flügel, sowie zu der Wärterwohnung auf der östlichen Seite. Die Secirzimmer stehen mit einem Vorzimmer, in welchem ein Closet nebst Pissoir angebracht ist, und mit dem Raum in Verbindung, in welchem sich eine Aufzugsvorrichtung für die Leichen befindet. Da die Benutzung der Secirzimmer wie auch der Capelle keine constante ist, so erschien es zweckmäfsig, diese Räume durch eiserne Oefen zu heizen. Von diesen ist einer mit einem kupfernen Kessel zur Bereitung warmen Wassers ausgestattet.

Der östliche Flügel enthält aufser der aus Stube, Kammer und Küche bestehenden Wärterwohnung noch ein Zimmer, welches mit den Vorrichtungen zur Rettung vom Scheintode versehen werden sollte, bisher aber nur von den bei den Leichenbegängnissen functionirenden Geistlichen benutzt worden ist.

Im oberen Geschofs ist ein Zimmer zur Aufstellung von Präparaten hergerichtet. Eine hölzerne Treppe führt zu demselben hinauf.

Der unter dem ganzen Gebäude sich erstreckende Keller enthält ein Zimmer zur Leichen-Recognoscirung, die Räume zur Aufbewahrung von Leichen mit einem directen Zugang von der Nordseite her, den Leichenaufzug, das Sargmagazin, einen Kohlenkeller und einen Wirthschaftskeller für die Wärterwohnung. Die beiden letzteren Räume stehen mit den übrigen Kellern aufser aller Verbindung und sind durch eine besondere Treppe vom südlichen Eingange aus zu erreichen.

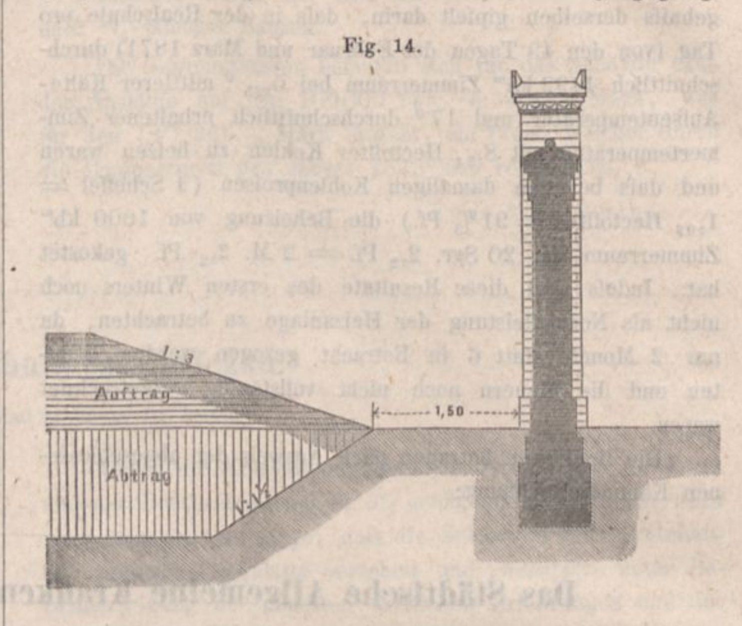
Vor den Fenstern der Leichenkeller sind aufserhalb noch mit Drahtgaze bezogene Flügel angebracht, welche den Einblick von Aufsen verhindern und beim Lüften der Keller im Sommer dem Eindringen von Insecten vorbeugen. Die Wände wie auch die Gewölbeflächen sind mit Oelfarbe gestrichen, die Fufsböden aus Mettlacher Fliesen mit Gefälle zur Entwässerung hergestellt. Mit demselben Material sind auch die Fufsböden des Erdgeschosses belegt, ausschliefslich der Wärterwohnung, welche einen Holzfufsboden erhalten hat.

Das Aeufsere des Gebäudes ist im Charakter der Pavillons gehalten, jedoch ist derjenigen Front, an welcher der Zugang zur Begräbnifscapelle sich befindet, eine etwas reichere architektonische Ausstattung zu Theil geworden.

Einfriedigungen und Thore. Blatt 30 (Jahrg. 1876).

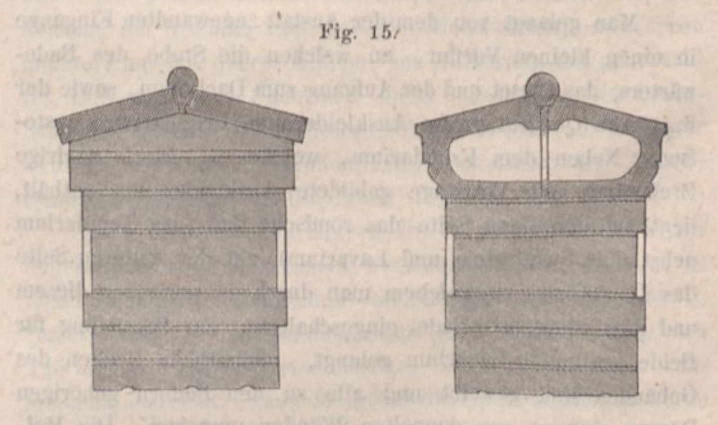
Das ganze Anstaltsterrain ist ringsum mit einer über Terrain $2,_{51}$ m hohen und $1\frac{1}{2}$ Stein starken Mauer umgeben, welche in Abständen von $4,_{50}$ m durch $3,_{00}$ m hohe und 2 Stein im Quadrat starke Pfeiler getheilt wird. Die Mauer folgt in Abtreppungen dem natürlichen Terrain. Da dieselbe nirgend als Futtermauer dienen sollte, so wurde der Uebergang zum Anstaltsplanum innerhalb der Umfriedigung gelegt

Fig. 14.



und zwar so (Fig. 14), dafs sich, bei Erdauftrag, der Mauer entlang ein in der Sohle $1,_{50}$ m breiter Graben mit sehr flach ansteigender, etwa 3füfsiger Seitenböschung bildete, bei Erdabtrag dagegen die Mauer scheinbar auf einem Wall von $1,_{50}$ m Kronenbreite und $1\frac{1}{2}$füfsiger Böschung zu stehen kam. Ein Verkehr des Publicums aufserhalb der Anstalt mit den in dem Anstaltsgarten sich aufhaltenden Kranken ist durch diese Disposition gänzlich gehindert. Zur Herstellung der Mauer sind die sogenannten Kronensteine der Ziegelei Bellinchen verwendet worden. Die Abdeckung derselben erfolgte zum gröfseren Theil mit Thonplatten, deren obere Mittelfuge durch einen Wulst von gebranntem Thon gedeckt

Fig. 15.



wird, zum kleineren Theil (an der Landsberger Allee entlang) mit Formkasten, cf. Fig. 15. Auch haben hier die Pfeiler einen Hals erhalten, welcher aus flach ornamentirten, im Grund glasirten Thonplatten besteht. Die Pfeilerköpfe, je aus einem Formkasten gebildet und überall in Gröfse und Form einander gleich, sind ebenso wie die Abdeckungen der Mauer in gelber Farbe hergestellt und von der Greppiner Thonwaarenfabrik geliefert. Aufser dem den Kranken zugänglichen Theile des Anstaltsterrains waren am Verwaltungsgebäude noch die Wirthschaftshöfe und die Gärten der Beamten mit Einfriedigungen zu versehen; dieselben haben hier die auf Bl. 30 im Atlas dargestellte Gestalt erhalten.

Die Umwährung der Wirthschaftshöfe ist zum Zweck eines gefälligeren Eindrucks aus $3,_{15}$ m hohen Pfeilern hergestellt, welche nach Art der Veranden Architravbohlen tragen, und zwischen welchen $2,_{0}$ m hohe massive Brüstungen aufgeführt sind.

Die Eingrenzung der Beamtengärten besteht aus einer $1,_{30}$ m hohen, mit Sandsteinplatten abgedeckten Brüstungsmauer, welche in Abständen von $4,_{50}$ m durch hohe Pfeiler unterbrochen ist und ein $1,_{45}$ m hohes schmiedeeisernes Gitter trägt.

Die an dem Vorplatz gelegenen Ecken der Gärten sind einspringend abgerundet und befinden sich in diesen Rundungen Einfahrtsthore, welche den Zweck haben, sowohl die Beamtenwohnungen als auch die Wirthschaftshöfe und Gärten zugänglich zu machen, ohne die Haupteinfahrt zur Anstalt durch das Verwaltungsgebäude benutzen zu müssen. Diese Thore sind, gleich wie die Thore der Wirthschaftshöfe, zweiflügelig aus Schmiedeeisen hergestellt und zwar in ihren oberen Theilen in Uebereinstimmung mit dem vorerwähnten Gitter, in ihren unteren Theilen aus vollen Blechtafeln.

Der Abschlufs zwischen den beiden Thorgebäuden an der Landsberger Allee zeigt in der Mitte das Einfahrtsthor zur Oeconomie und zu jeder Seite desselben eine Eingangsthür. Diese Thüren und das Thor, wie auch das in der Parkstrafse nahe am Leichenhause gelegene Thor sind in Eisen construirt und durchweg mit Eisenblech bekleidet, damit der Einblick in die Anstalt gehindert werde.

Die Länge der Einfriedigungen beträgt:

für das eigentliche Anstaltsterrain .	1148 Meter,
für die Wirthschaftshöfe	124 -
für die Beamtengärten	192 -
Zusammen .	1464 Meter.

Die Wasserversorgung.

Das Rohrnetz der zur Zeit des Baubeginnes noch einer englischen Gesellschaft gehörigen Berliner Wasserwerke erstreckte sich damals nur bis zum Landsberger Platz; der Anschlufs der an der Landsberger Allee gelegenen Grundstücke an die Wasserleitung ist auch jetzt noch nicht hergestellt und soll derselbe erst nach Vollendung der in der Ausführung begriffenen Erweiterungsbauten bewirkt werden.

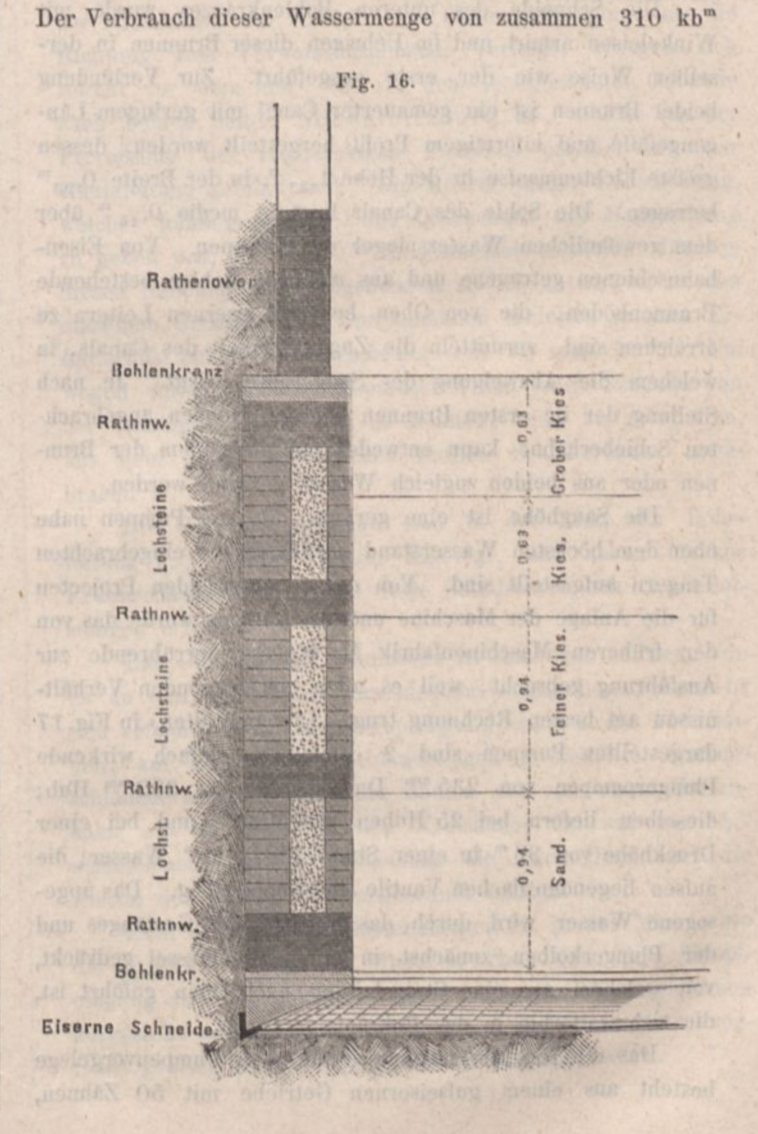
Zur Beschaffung des für die Anstalt erforderlichen Wassers war man also zunächst auf die Anlage von Brunnen hingewiesen. In Berücksichtigung der grofsen Wichtigkeit der Wasserversorgung wurde schon vor Feststellung der Bauprojecte in der Nähe des für das Oeconomiegebäude bestimmten Bauplatzes einer der projectirten Brunnen ausgeführt. Die Grube für den im Lichten $2,_{51}$ m weiten Brunnenkessel konnte in dem festen Lehmboden senkrecht ohne Auszimmerung ausgegraben werden. Erst bei einer Tiefe von $11,_{50}$ m ($7,_{25}$ m über dem Nullpunkt des Dammmühlenpegels) begann Wasser sich in der Grube zu zeigen und die Erdschichtung sich zu verändern. Es wechselten Lager von tiefgrauem Thon, welcher einen unangenehmen Geruch verbreitete, mit sehr feinem thonigen Sand. Die Wasserhaltung wurde dann bald eine so schwierige, dafs Anstalten zum Senken des Brunnenkessels getroffen werden mufsten. Der untere Brunnenkranz, in der gewöhnlich üblichen Weise aus 3 Bohlenlagen mit einer Schneide construirt, wurde bei 13 m Tiefe gelegt und auf diesem der Mauerring in Stärke eines Steins aus Rathenower Steinen und Cementmörtel aufgeführt. Bei einer Ringhöhe von rot. $3,_{50}$ m wurde der zweite, nur aus 2 Bohlenlagen bestehende Brunnenkranz gelegt und mit dem ersten verbolzt. Ohne Abweichung von der hergebrachten Weise konnte sodann die Brunnensenkung ohne erhebliche Schwierigkeiten bewerkstelligt werden, nur waren bis auf $23,_{00}$ m Tiefe mehrfach Thonlager, wie die obenerwähnten, zu durchdringen, wodurch das Fortschreiten der Arbeit verzögert wurde. Von dieser Tiefe ab nahm der Wasserzudrang erheblich zu, der Sand zeigte sich reiner, und als nach Erreichung einer Tiefe von 25 m der Wasserstand im Brunnen eine Höhe von $10,_{50}$ m zeigte, wurde die Arbeit eingestellt.

Die chemische Untersuchung des Brunnenwassers wies eine gute Beschaffenheit desselben nach, und es blieb daher nur noch die Ergiebigkeit des Brunnens zu untersuchen. Bei Anwendung einer zu dem Ende im Brunnen aufgestellten Handpumpe und der Mitbenutzung von Schöpfeimern senkte sich der Wasserspiegel um 30 cm, erreichte jedoch nach halbstündiger Arbeitspause wieder die frühere Höhe. Die Entscheidung der Frage, ob der Bau eines zweiten Brunnens erforderlich sein werde, wurde bis nach Aufstellung einer Dampfpumpe vorbehalten.

Als zur Versorgung der Anstalt erforderliches Wasserquantum wurden pro Tag 310 kbm angenommen, nämlich $0,_{31}$ kbm (10 Cbffs.) für jeden Kranken oder sonstigen Insassen der Anstalt, d. i. $700 \cdot 0,_{31} =$ . . . . . . 217 kbm, und zur Besprengung der Gartenflächen rot. . . 93 -

Der Verbrauch dieser Wassermenge von zusammen 310 kbm

Fig. 16.



concentrirt sich auf 8 Tagesstunden, so dafs pro Stunde $38{,}_{75}$ kb^{m} von dem Brunnen geliefert werden mufsten.

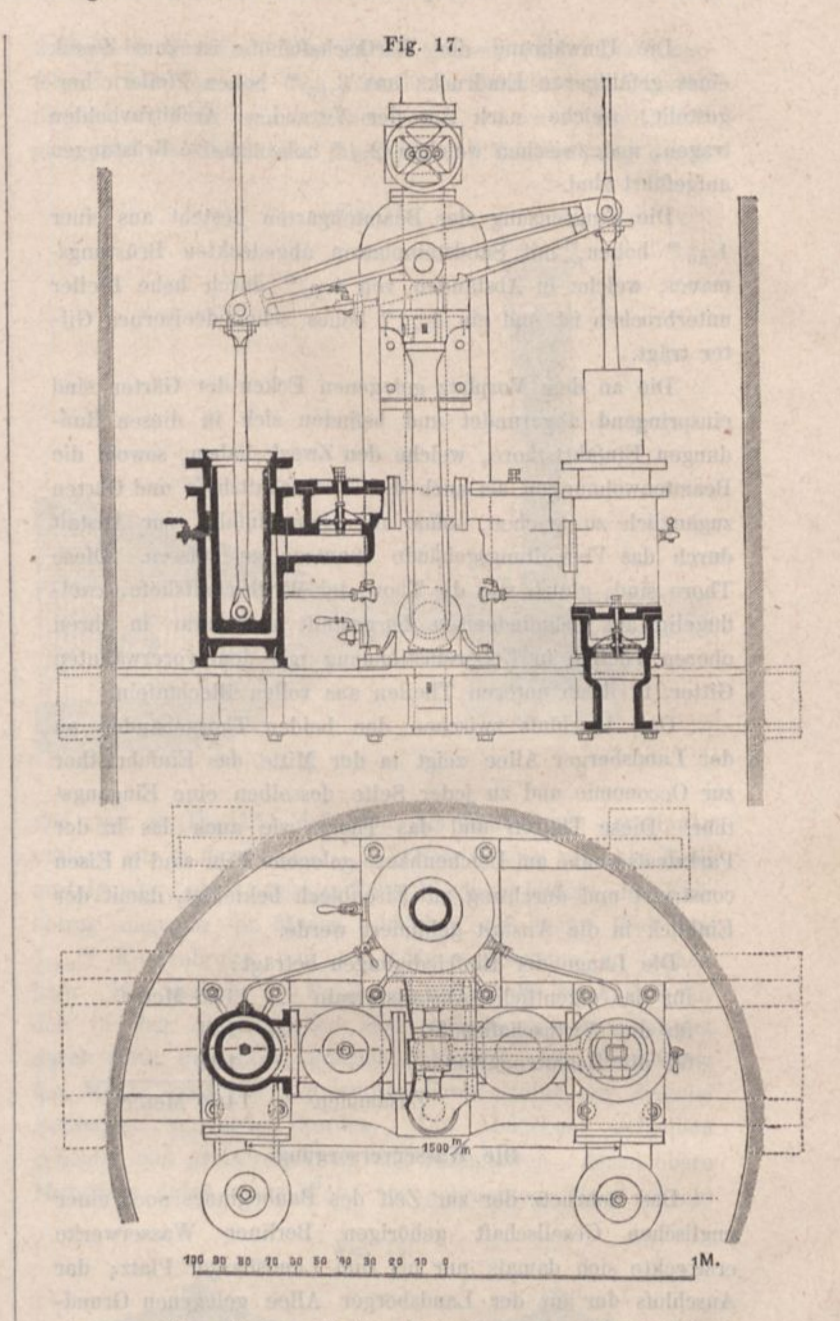
Bei Inbetriebsetzung der nachstehend beschriebenen Dampfpumpen stellte sich alsbald heraus, dafs der Wasserzuflufs des Brunnens nicht ausreichte. Die Anwendung der Pumpen hatte eine Aufsaugung des Sandes von der Sohle des Brunnens und diese in gleichem Maafse ein Nachsinken des Brunnenkessels zur Folge. Es wurde deshalb die Ausführung eines zweiten Brunnens in einem Abstande von $31{,}_{38}$^{m} von dem ersten und mit Abmessungen von $3{,}_{76}$^{m} lichter Weite und $28{,}_{25}$^{m} Tiefe in Angriff genommen. Zur Gewinnung eines starken Wasserzuflusses ist der untere Theil des Brunnenkessels auf $3{,}_{14}$^{m} Höhe in der vorseitig dargestellten Weise (Fig. 16) angelegt worden. Den Kessel umschliefsen zwei, etwa 3^{m} hohe Mauerringe, von denen der äufsere 26^{zm}, der innere 13^{zm} stark, und deren 18^{zm} weiter Zwischenraum mit kleinen Kieselsteinen ausgefüllt ist. Beide Ringe sind aus hartgebrannten Lochsteinen aufgemauert und zweimal durch Schichten von Rathenower Vollsteinen durchbunden. Die Oeffnungen der Lochsteine sind mit kleinen Steinen versetzt. Die Zuströmung des Wassers erfolgt bei einer solchen Anlage sowohl von allen Seiten als auch von der Sohle her. Damit der Sand nicht mit aufgesogen werde, ist in diesem Brunnen, wie nachträglich auch noch in dem zuerst ausgeführten Brunnen, durch Ausfüllung des Brunnenkessels der Reihe nach mit Sand, feinem und grobem Kies ein umgekehrter Filter hergestellt worden.

Die Schneide des unteren Bohlenkranzes wurde mit Winkeleisen armirt und im Uebrigen dieser Brunnen in derselben Weise wie der erste ausgeführt. Zur Verbindung beider Brunnen ist ein gemauerter Canal mit geringem Längengefälle und eiförmigem Profil hergestellt worden, dessen gröfste Lichtenmaafse in der Höhe $1{,}_{33}$^{m}, in der Breite $0{,}_{93}$^{m} betragen. Die Sohle des Canals liegt in medio $0{,}_{15}$^{m} über dem gewöhnlichen Wasserspiegel der Brunnen. Von Eisenbahnschienen getragene und aus eichenen Bohlen bestehende Brunnenböden, die von Oben her auf eisernen Leitern zu erreichen sind, vermitteln die Zugänglichkeit des Canals, in welchem die Abzweigung des Saugerohres liegt. Je nach Stellung der im ersten Brunnen bei den Pumpen angebrachten Schieberhähne kann entweder nur aus einem der Brunnen oder aus beiden zugleich Wasser gesogen werden.

Die Saughöhe ist eine geringe, da die Pumpen nahe über dem höchsten Wasserstand auf besonders eingebrachten Trägern aufgestellt sind. Von den concurrirenden Projecten für die Anlage der Maschine und der Pumpen wurde das von der früheren Maschinenfabrik M. Webers herrührende zur Ausführung gebracht, weil es allen einschlagenden Verhältnissen am besten Rechnung trug. Die gewählten, in Fig. 17 dargestellten Pumpen sind 2 combinirte einfach wirkende Plungerpumpen von 235^{mm} Durchmesser mit 392^{mm} Hub; dieselben liefern bei 25 Huben pro Minute und bei einer Druckhöhe von 36^{m} in einer Stunde $38{,}_{75}$ kb^{m} Wasser; die aufsen liegenden flachen Ventile sind doppelsitzig. Das angesogene Wasser wird durch das Gewicht des Gestänges und der Plungerkolben zunächst in einen Windkessel gedrückt, von welchem aus eine Steigeleitung nach Oben geführt ist, die sich weiterhin in das Rohrnetz verzweigt.

Das die Kraftübertragung vermittelnde Pumpenvorgelege besteht aus einem gufseisernen Getriebe mit 50 Zähnen,

Fig. 17.



einem grofsen Rade mit 100 Holzzähnen von 62^{mm} Theilung, einer $3{,}_{75}$^{m} langen, 131^{mm} starken, auf 2 Lagern ruhenden Welle, einer Kurbel und Pleulstange, sowie dem oberen und unteren Balancier, mit doppeltem Gestänge verbunden. Die Welle des Triebrades trägt noch die zur Bewegung des in der Waschküche aufgestellten Hydroextracteurs erforderliche Riemscheibe.

Eine Winde von 15 Ctr. Tragfähigkeit, welche über dem Brunnenkessel aufgestellt ist, ermöglicht ein leichtes Herausheben der Pumpen und besonders der Saugerohre behufs öfterer Revision der Saugventile.

Zur Reserve, resp. zur directen Wasserentnahme ist aufserdem eine gewöhnliche Saug- und Druckpumpe mit doppeltem Cylinder für Handbetrieb in dem Brunnenkessel aufgestellt worden.

Die Hochdruck-Dampfmaschine arbeitet rascher als die Pumpen, sie ist liegend, mit leicht verstellbarer Meyer'scher Expansion construirt. Bei einem Cylinder-Durchmesser von 314^{mm}, einem Hub von 523^{mm}, 50 Touren per Minute, 4 Atmosphären Ueberdruck im Cylinder und $^1/_4$ bis $^1/_3$ Füllung des Cylinders effectuirt dieselbe 10 bis 12 Pferdekraft; das Gewicht des Schwungrades beträgt 36 Ctr.

Die Kesselanlage besteht aus 2 Dampfkesseln mit 5 Atmosphären Ueberdruck, deren Abmessungen so grofs gewählt sind, dafs jeder derselben allein hinreicht, um den für die Maschine und die Dampfküchen erforderlichen Dampf zu bereiten; für die Küchen allein wurden $11,_{82}$ □^{m} (120 □ Fſs.) feuerberührte Fläche am Kessel als ausreichend erachtet. Ein jeder der Kessel besteht aus einem $6,_{28}{}^{m}$ langen Hauptkessel von $1,_{57}{}^{m}$ Durchmesser mit einem Dom von $0,_{55}{}^{m}$ Durchmesser und Höhe und 2 durchgehenden Feuerröhren von $0,_{523}{}^{m}$ Durchmesser. Die vom Feuer berührte Fläche eines jeden Kessels berechnet sich auf $39,_{94}$ □^{m}.

Der Vorwärmer hat bei $0,_{628}{}^{m}$ Durchmesser eine Länge von $3,_{45}{}^{m}$ und enthält 24 Stück 78^{mm} weite schmiedeeiserne Rohre. Sowohl die Kessel mit ihren Domen, als auch alle Dampfleitungsröhren sind durch Umhüllung mit Leroy'scher Masse gegen Abkühlung geschützt.

Zur Speisung der Kessel war aufser dem Injecteur und der mit der Maschine verbundenen Pumpe noch eine dritte Vorrichtung erforderlich, um auch beim Stillstand der Maschine stets eine doppelte Kesselspeisung zur Verfügung zu haben; es ist daher zu diesem Zweck noch eine kleine Dampfpumpe im Maschinenraum aufgestellt worden.

In den Kesseln werden bei vollem Betriebe mit 1 Kgr. schlesischer Steinkohle 5½ bis 6 Kilo Wasser von 20° verdampft. Zur Controlirung des verdampften Wasserquantums ist in dem Speiserohr des Vorwärmers ein Siemens'scher Wassermesser eingeschaltet.

Die Hochreservoire der Wasserleitung sollten nach einem Beschlufs des Curatoriums nirgends in Krankengebäuden untergebracht werden. Dieselben mufsten daher im Verwaltungsgebäude und im Oeconomiegebäude ihren Platz finden, während in den Krankengebäuden nur die für die Bäder erforderlichen Warmwasser-Reservoire aufgestellt wurden. Es vertheilt sich die in Reservoire zu pumpende Wassermasse wie folgt:

für kaltes Wasser:

1 Reservoir im Oeconomiegebäude mit	$30,_{30}$	kb^{m} Inhalt,
2 dergl. im Verwaltungsgeb. mit zusam.	$86,_{80}$	- -

für warmes Wasser:

1 Reservoir im Oeconomiegebäude mit	$13,_{10}$	- -
4 Reservoire in den einstöckigen Pavillons mit je $1,_{75}$ kb^{m} = ...	$7,_{00}$	- -
6 dergl. in den zweistöckigen Pavillons mit je $1,_{67}$ kb^{m} = ...	$10,_{00}$	- -
2 dergl. in den Isolirgebäuden mit je $2,_{25}$ kb^{m} = ...	$4,_{50}$	- -
Zusammen . .	$151,_{70}$	kb^{m} Inhalt.

Der Gesammtinhalt aller Reservoire beträgt demnach fast ⅔ des täglichen Verbrauchs nach Abzug des zur Gartenbesprengung bestimmten Quantums.

Durch die Hauptleitung wird das Wasser auf dem kürzesten Wege nach den 3 Hochreservoiren für kaltes Wasser gedrückt. Um in dieser Leitung dem Wasser nicht eine gröfsere Geschwindigkeit als 1 Meter per Secunde zu geben, ist für dieselbe eine Rohrweite von 130^{mm} Durchmesser d. i. von 136 □^{zm} gewählt worden.

Der Wasserstand in den auf gleicher Höhe aufgestellten Reservoiren des Verwaltungsgebäudes ist bis zum Maschinenhause durch eine besondere Manometerleitung bemerkbar gemacht, während das niedriger stehende Reservoir des Oeconomiegebäudes durch einen Schwimmkugelhahn abgesperrt wird, sobald es gefüllt ist. Zur Speisung dieses letzteren Reservoirs ist die Hauptleitung mit einem Rückschlagventil und mit einer besonderen Abzweigung mit Absperrhahn versehen. Bei dieser Anordnung ist der Wasserweg nach dem Verwaltungsgebäude stets offen, jedoch das Zurücktreten des Wassers aus den höher gelegenen Reservoiren des Verwaltungsgebäudes nach dem des Oeconomiegebäudes verhindert, wodurch es erreicht wird, dafs die ganze Leitung sich immer unter dem gröfseren Druck der am höchsten aufgestellten Reservoire befindet.

Um ein Zerbrechen der Druckröhren durch zu starke Pressung zu verhindern, welche eintreten kann, wenn während des Maschinenbetriebes die Schieber der Reservoire geschlossen sind, ist an dem Hauptdruckrohr an der Stelle, wo es den Brunnenkessel verläfst, ein Sicherheitsventil angebracht, welches sich bei stärkerem Druck, als dem durch die Wassersäule der am höchsten aufgestellten Reservoire bewirkten, hebt. Das Geräusch des dann in den Brunnen hinabfallenden Wassers giebt dem Maschinisten das Signal zum Anhalten der Maschine.

Die aus dem Situationsplan ersichtliche Disposition des Rohrnetzes hat sich aus dem Umstande ergeben, dafs es geboten erschien, für ein jedes der Gebäude einen doppelten Wasserweg herzustellen, damit die Wasserversorgung der Anstalt möglichst wenigen Unterbrechungen unterworfen sei.

Von der 130^{mm} weiten Hauptleitung, welche parallel der Mittelachse der Anstalt vom Oeconomiegebäude aus die Richtung zum Verwaltungsgebäude verfolgt, zweigen sich sowohl vor dem erst- wie vor dem letztgenannten Gebäude nach beiden Seiten Nebenleitungen ab, welche an der Perronseite der zweistöckigen Pavillons parallel mit der Hauptleitung geführt sind. Die Röhren dieser Nebenleitung, welcher mindestens der halbe Querschnitt der Hauptleitung zu geben war, haben 100^{mm} Durchmesser erhalten. Die von diesen Nebenleitungen abgehenden Zweigleitungen zu den einzelnen Gebäuden und Sprenghähnen erhielten je nach Erfordernifs einen Rohrdurchmesser von 70 resp. 50^{mm}. Um wegen vorzunehmender Reparaturen ein jedes Gebäude von der Leitung ausschliefsen zu können, sind an geeigneten, aus dem Plane ersichtlichen Stellen Schieberhähne angebracht.

Die Gartensprenghähne sind in der Tiefe der Rohrleitung $1,_{50}{}^{m}$ unter Terrain angelegt, und haben bis zur Erdoberfläche aufsteigende feste Standröhren mit Schlüsselstangen erhalten.

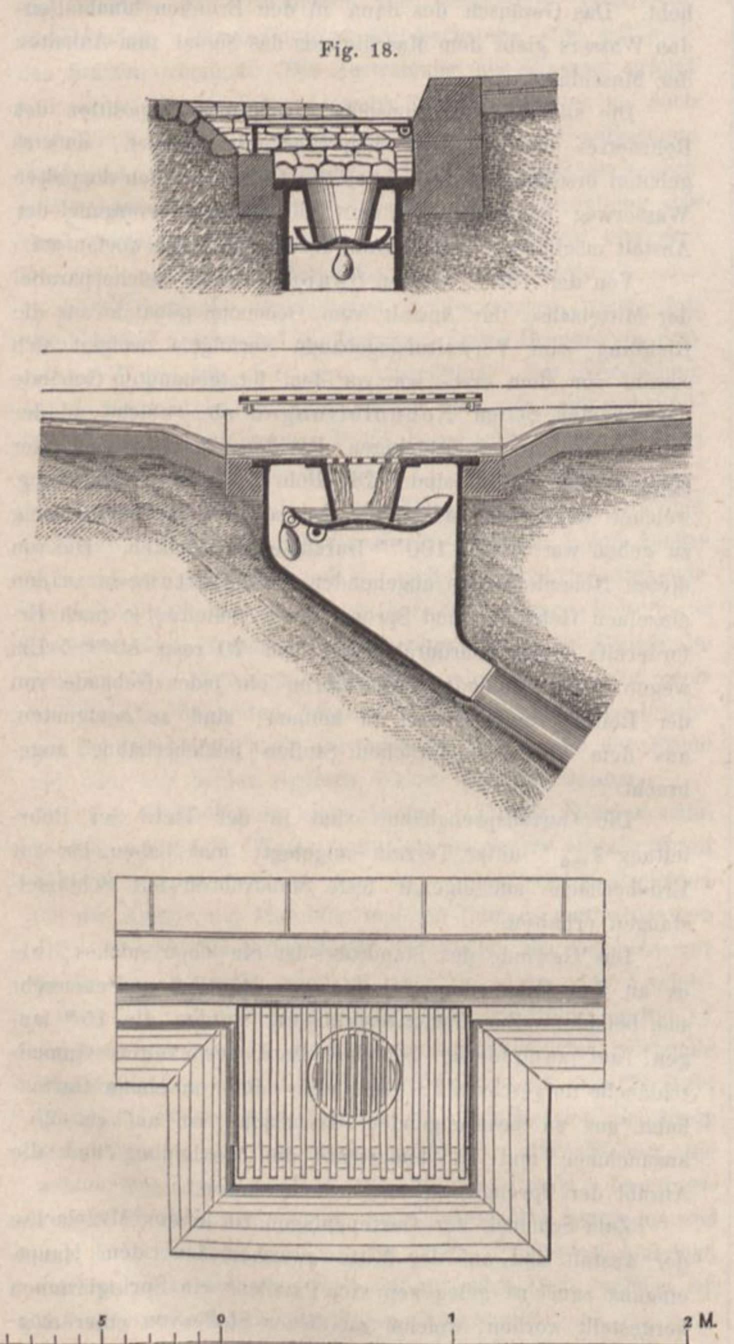
Das Gewinde des Standrohrs ist ein eben solches, wie es an den Schläuchen der hiesigen städtischen Feuerwehr sich befindet. Zur Gartenbesprengung werden die 15^{m} langen, auf zweiräderige Schlauchwagen gewickelten Gummischläuche aufgeschraubt; der Radius der von einem Gartenhahn aus zu besprengenden Kreisfläche ist auf ca. 25^{m} anzunehmen und ist demgemäfs die Vertheilung und die Anzahl der Sprenghähne angeordnet worden.

Zum Schmuck der Gartenanlagen ist in der Mittelachse der Anstalt und auf der Mitte zwischen den, dem Haupteingang zunächst gelegenen vier Pavillons ein Springbrunnen hergestellt worden, welcher an dieser Stelle von einer möglichst grofsen Anzahl von Gebäuden aus sichtbar ist.

Die Entwässerungsanlage.

Das in den Situationsplan eingetragene Netz der Entwässerungsröhren, dessen Verzweigungen sich in einem in der Hauptachse der Anstalt gelegenen Hauptrohr vereinigen, ist so projectirt, dafs zur Sicherung einer genügenden Spülung die Abflufswasser in den Röhren eine Minimalgeschwindigkeit von $0,_{63}$ m (2 Fufs) per Secunde haben. Für die Rohrweiten sind indefs bei den äufsersten Verzweigungen nicht die Rechnungsresultate maafsgebend gewesen; es wurde vielmehr als zweckmäfsig angesehen, eine Minimalweite von $0,_{235}$ m (9 Zoll) für diejenigen Strecken anzunehmen, von welchen Abzweigungen nur noch ein Mal stattfinden. Nur bei den letzten Zuleitungsröhren, wo meist ein sehr starkes Gefälle vorhanden ist, wurde noch eine lichte Weite von $0,_{157}$ m (6 Zoll) für zulässig erachtet. Die Fufsböden der Keller aller Gebäude, die gepflasterten Höfe, die Rinnen an der Einfriedigungsmauer und an den Verbindungswegen, sowie endlich auch die aufserhalb des Anstaltsterrains liegende Parkstrafse sind durch die Anlage entwässert worden; die

Fig. 18.



Herstellung von Schlammgruben sollte aus sanitären Gründen möglichst vermieden werden.

Die Ableitung des Schmutzwassers ist vom Verwaltungsgebäude aus in gerader Richtung durch die Parkanlagen des Friedrichshains in den am Landsberger Platz belegenen städtischen Canal geführt.

Das gesammte Rohrnetz ist aus beiderseitlich glasirten, den Bitterfelder Fabriken entnommenen Thonröhren hergestellt und von den Ingenieuren Rietschel und Henneberg in Berlin ausgeführt worden.

Dem Hauptrohr und den mit ihm parallelen Rohrstrecken konnte ein Gefälle von $^1/_{288}$ ($^1/_2$ Zoll pro Ruthe) gegeben werden, den zur Hauptleitung rechtwinkeligen Strecken ein solches von $^1/_{192}$ resp. $^1/_{144}$ ($^3/_4$ resp. 1 Zoll pro Ruthe). Die Höfe und Wege sind durch Rinnsteine entwässert, welche durch Einfallschächte mit den Leitungen verbunden sind. Die diese Schächte verschliefsenden eisernen Kasten sind in der in Frankreich üblichen Weise construirt. (Siehe vorstehende Fig. 18.)

An allen Knotenpunkten des Netzes sind Revisionsschächte angebracht, deren Sohlen auf der Tiefe der Rohrsohlen liegen, und welche bis $0,_{30}$ m unter Terrain aufgemauert, in dieser Höhe aber mit einer gufseisernen Platte abgedeckt und mit Erde überschüttet sind. Nur an den Thorgebäuden war die Anlage einer Schlammgrube nicht zu vermeiden, weil hier nicht wie bei den übrigen Gebäuden eine hinreichende Spülung der Röhren zu erwarten war. Bei den nachstehend (Fig. 19) dargestellten Revisionsschächten ist jeder Ablagerung von Sinkstoffen vorgebeugt. In Folge der günstigen Gefällverhältnisse werden alle festen Bestandtheile schnell fortgeführt, so dafs eine Fäulnifs derselben auf dem Anstaltsterrain nicht eintreten kann. Damit jedoch das dem städtischen Canal zufliefsende Abflufswasser auch dort unschädlich bleibe, wird dasselbe, bevor es die Anstalt verläfst, desinficirt. Zu dem Ende sind in dem Keller des Verwaltungsgebäudes zwei gufseiserne, innen emaillirte Reservoire aufgestellt, welche durch Bleiröhren mit der Abflufsleitung verbunden sind. Nach Angabe der Aerzte genügen $0,_{09}$ kbm concentrirter Carbolsäure zur Desinfection des täglich abzuführenden Quantums von rot. 216 kbm Hauswasser.

Die Reservoire sind in solcher Gröfse bemessen, dafs sie den monatlichen Bedarf von ca. 3 kbm Desinfectionsmasse aufnehmen können; es stehen dieselben unter dem Verschlufs und unter der Controle des Apothekers der Anstalt. An Regentagen, wo eine bedeutende Spülung stattfindet, kann der Zuflufshahn ganz geschlossen, bei andauernder Trockenheit dagegen durch ein weiteres Oeffnen desselben das dem Entwässerungsrohr zuzuführende Desinfectionsquantum verhältnifsmäfsig vermehrt werden.

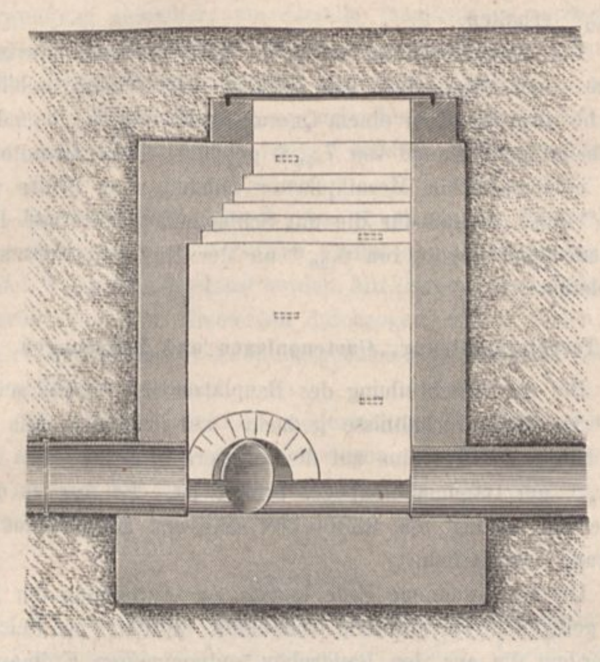
Bei der Annahme einer per Stunde wirklich abzuführenden Maximal-Regenmenge von

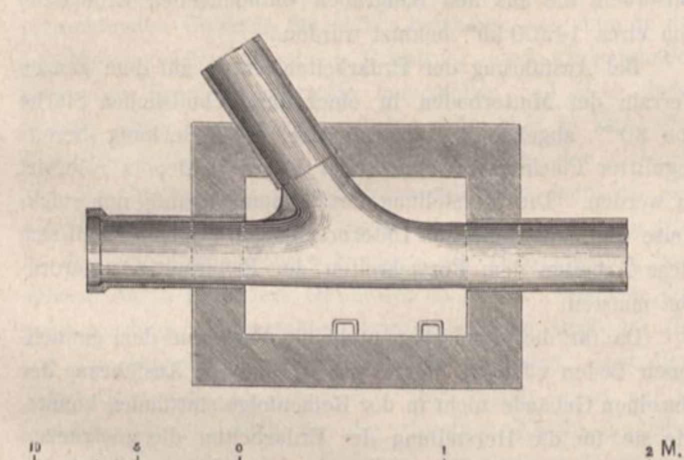
$0,_{0062}$ kbm per 1 □m Dach- und Pflasterflächen ($0,_{02}$ Cubikfufs per □Fufs) und

$0,_{0015}$ kbm per 1 □m Gartenflächen ($0,_{005}$ Cubikfufs per □Fufs)

berechnete sich der per Secunde durch das Rohrnetz aufzunehmende atmosphärische Niederschlag zu $0,_{0914}$ kbm. Mit Hinzutritt von 216 kbm, im Laufe von 8 Tagesstunden abzuführenden Verbrauchswassers d. i. $0,_{0075}$ kbm per Secunde

Fig. 19.





war also in Summa rot. $0,_{10}$ kb^m als das höchste per Secunde abzuleitende Wasserquantum in Rechnung zu ziehen.

Die den verschiedenen Rohrstrecken zu gebenden Rohrweiten wurden in der Weise ermittelt, dafs das aus dem Zuflufsgebiet der betreffenden Strecke abzuführende Wasserquantum Q nach den vorstehenden Annahmen bestimmt und sodann der Rohrdurchmesser D aus der Formel

$$D = \sqrt[5]{\frac{Q^2}{280} \cdot \frac{l}{h}}$$

berechnet wurde, in welcher der Factor $\frac{l}{h}$ das relative Gefälle der Rohrstrecke bezeichnet. Es ergiebt sich hiernach beispielsweise für die durch das Verwaltungsgebäude gelegte Strecke des Hauptentwässerungsrohres, welches bei einem relativen Gefälle von 1 : 288 die gesammte abzuführende Wassermenge von $0,_{10}$ kb^m aufzunehmen hat:

$$D = \sqrt[5]{\frac{0,_{10}{}^2}{280} \cdot 288} = 0,_{408}{}^m,$$

wofür ein Rohrquerschnitt von $0,_{47}{}^m$ gewählt wurde.

Für die Leitung vom Verwaltungsgebäude bis zum Landsberger Platz bestand auf eine Länge von 271^m das beträchtliche Gefälle von $6,_{77}{}^m$; es berechnet sich demnach der Rohrdurchmesser hier auf:

$$D = \sqrt[5]{\frac{0,_{10}{}^2}{280} \cdot \frac{271,_{00}}{6,_{77}}} = 0,_{27}{}^m,$$

und kam demgemäfs ein Rohr von $0,_{31}{}^m$ Weite zur Anwendung.

In dieser geraden Strecke wurden die Revisionsschächte in rot. 60^m Entfernung von einander angelegt, und auf der Mitte der Zwischendistanzen aus vertikal stehenden Thonröhren hergestellte Lampenschächte angebracht, welche bei etwa eintretenden Verstopfungen der Rohre die Auffindung der Stelle derselben erleichtern und die Beseitigung der Verstopfung mittelst eines in das betreffende Rohr einzubringenden Drahtseiles ermöglichen werden.

Die Verbindungswege auf dem Anstaltsterrain und die Pflasterarbeiten.

Bei der ersten Bearbeitung des Projects war die Anlage bedeckter Verbindungshallen zwischen den einzelnen Gebäuden in Aussicht genommen, es wurden dieselben indefs als ein Hindernifs der freien Luftcirculation später aufgegeben, und an ihrer Stelle nur die im Situationsplan angegebenen Verbindungswege ausgeführt. Dieselben liegen horizontal, 30^{zm} über der mittleren Terrainhöhe und haben eine Breite von $3,_{46}{}^m$ erhalten. Ihre Herstellung erfolgte in der Weise, dafs zwischen beiderseitlichen 26^{zm} breiten Granitschwellen in geringer Wölbung ein flachseitiges Ziegelpflaster gelegt und dasselbe in verlängertem Cementmörtel mit Quarzsandsteinplatten aus den Brüchen bei Stadtoldendorf bedeckt wurde. Es vermitteln diese Wege die Verbindung des Verwaltungs- und des Oeconomiegebäudes mit sämmtlichen Pavillons, der Badeanstalt und dem Leichenhause. Dieselben erleichtern den Verkehr in der Anstalt, indem sie mit Handwagen zum Transport von Wäsche, Speisen und Brennmaterial, so wie auch mit Krankenwagen befahren werden können. In besonderen Fällen können auch auf ihnen Schwerkranke direct zu demjenigen Pavillon hingefahren werden, in welchem sie Aufnahme finden sollen. Diese Wege sind auf beiden Seiten mit Rinnsteinen eingefafst, welche durch Einfallschächte das Regenwasser dem Rohrsystem der Entwässerung zuführen.

Für den gröfsten Theil des Jahres können unter den hiesigen klimatischen Verhältnissen die bedeckten Verbindungsgänge füglich entbehrt werden. Stürmische Regentage, für welche sie dienlich erscheinen möchten, treten nicht so häufig und so anhaltend ein, dafs sie als ein ausreichendes Motiv zu der kostspieligen Anlage langer geschlossener Hallen gelten könnten, zumal durch dieselben die wünschenswerthe Uebersichtlichkeit des Anstaltsterrains in hohem Grade würde beeinträchtigt werden.

Die Pflasterarbeiten auf dem Terrain innerhalb der Einfriedigungsmauer beschränkten sich auf den das Oeconomiegebäude von drei Seiten umgebenden und mit einer lebenden Hecke abgegrenzten Hof und auf die beiden Wirthschaftshöfe am Verwaltungsgebäude; zur Pflasterung dieser Flächen wurden Kopfsteine verwendet. Von den mit polygonalen Steinen gepflasterten Rinnsteinen sind die seitlich des Trottoirs befindlichen bereits oben erwähnt worden; die übrigen befinden sich an denjenigen Stellen, wo das erhöhte Planum sich nach der Einfriedigungsmauer hin abböscht und bei starken Regengüssen die Ansammlung gröfserer Wassermengen oder auf abschüssigen Flächen eine heftige Strömung eintreten

könnte. Zur raschen Ableitung des Regenwassers von den Gebäuden sind dieselben auf allen Seiten mit einem 95 ^{cm} breiten Mosaikpflaster umgeben worden.

Zufuhrweg und Bürgersteige.

Aufserhalb der Krankenanstalt sind verschiedene Arbeiten nothwendig geworden, welche, als durch den Bau derselben veranlafst, auch aus den Baufonds zu bestreiten waren. Es gilt dies zunächst in Betreff der neu angelegten Zufuhrstrafse von der Landsberger Allee aus. Für die Richtung dieser Strafse war eine Linie von solcher Länge zu wählen, dafs dadurch eine Ueberwindung der bedeutenden Steigung möglichst erleichtert würde. Eine Schwierigkeit lag jedoch hierbei in der Beschränktheit der für den Zweck disponibeln Mittel; auch war jede thunliche Rücksicht auf die vorhandenen Parkanlagen zu nehmen, da in diese die neue Strafse sich ohne viel Veränderungen organisch einzufügen hatte.

Nach mehrfachen Verhandlungen mit dem städtischen Gartendirector Herrn Meyer entschied sich das Curatorium für die bei der Ausführung verfolgte Strafsenlinie, welche sich von der Landsberger Allee vor dem Krankenhaus-Grundstück abzweigt und in geschwungener Linie bis zu dem Vorplatz vor dem Verwaltungsgebäude hin führt.

Zur Erreichung einer möglichst gleichmäfsigen Steigung mufste die Strafse fast durchweg in das Terrain eingeschnitten werden; die an solchen Stellen sie kreuzenden Parkwege waren an das Niveau der Strafse anzuschliefsen.

Die Gesammtbreite der Zufuhrstrafse von $9,_{42}$ ^{m} vertheilt sich auf einen $5,_{00}$ ^{m} breiten chaussirten Fahrdamm, einen vom Krankenhause aus linksseitig gelegenen, erhöhten und mit einer Granitbordschwelle begrenzten, $2,_{50}$ ^{m} breiten Kiesweg, sowie auf drei je $0,_{64}$ ^{m} breite gepflasterte Rinnsteine. Die Böschungen sind unregelmäfsig angelegt, und zum Theil durch grofse, bei den Terrainarbeiten gefundene Feldsteine gesichert, zum Theil aber gruppenartig bepflanzt oder mit Rasen belegt. Den Anschlufs an die Landsberger Allee vermittelt eine mit gewalzten Eisenplatten belegte Rinnsteinbrücke, zu deren Seite zwei, auf Granitpfeilern angebrachte, in Kunstschmiedearbeit hergestellte Wegweiser die Richtung zur Anstalt anzeigen. Die Vorfahrt am Verwaltungsgebäude ist im Anschlufs an den chaussirten Vorplatz halbkreisförmig gepflastert und von Bürgersteigen begrenzt, welche in Mosaikpflaster hergestellt sind.

Aufserhalb der Einfriedigungsmauer war ferner noch die Parkstrafse von der Landsberger Allee bis zur Einfahrt am Leichenhause zu reguliren. Dieselbe wurde in einer Breite von $16,_{95}$ ^{m} nach dem Nivellement des städtischen Bebauungsplanes angeschüttet, $11,_{30}$ ^{m} breit mit Kopfsteinpflaster und auf der Seite des Krankenhauses mit einem $5,_{65}$ ^{m} breiten, der Polizeivorschrift gemäfs hergestellten Bürgersteig versehen. Bis zur Weiterführung dieser Strafsenregulirung und der damit zu verbindenden Ordnung der Vorfluthverhältnisse sind die den regulirten Strafsentheil entwässernden Rinnsteine an das Rohrnetz der Entwässerung des Krankenhauses angeschlossen.

Endlich ist noch des Bürgersteigs und der Promenade zu gedenken, welche in der Landsberger Allee nicht nur an der Einfriedigungsmauer des Krankenhausterrains, sondern bis zum Landsberger Platz hin, dem städtischen Territorium des Friedrichshains entlang hergestellt werden mufsten. Bürgersteig und Promenade haben zusammen eine Breite von $11,_{30}$ ^{m} erhalten.

Die Vorgartenbreite wurde in die Promenade hineingezogen, und diese aus drei Reihen Alleebäumen gebildet, welche alternirend in einem Querabstande von $3,_{75}$ ^{m} und in einem Längenabstande von $7,_{50}$ ^{m} gepflanzt sind. Granitbahn und beiderseitliches Mosaikpflaster nehmen eine Breite von $5,_{00}$ ^{m} ein, so dafs für die mit Schlemmkies befestigte Promenade eine Breite von $6,_{30}$ ^{m} an der Einfriedigungsmauer verbleibt.

Terrainregulirung, Gartenanlagen und Pflanzungen.

Bei der Beschreibung des Bauplatzes ist bereits seiner früheren Niveauverhältnisse gedacht, und erwähnt, dafs die Einebnung des Terrains auf die mittlere Höhenordinate von $18,_{75}$ ^{m} am Dammmühlenpegel erfolgt ist. Es war zu dem Ende die Lösung von 83800 kb^{m} schweren Lehmbodens im Abtrage erforderlich.

Die so gewonnene Erde konnte zur Aufhöhung der tiefer gelegenen Terraintheile verwendet werden, zu welcher aufserdem die aus den Baugruben entnommenen Erdmassen von circa 14200 kb^{m} benutzt wurden.

Bei Ausführung der Erdarbeiten wurde auf dem ganzen Terrain der Mutterboden in einer durchschnittlichen Stärke von 30 ^{cm} abgehoben, um entweder zur Bedeckung bereits regulirter Flächen verwendet oder hierzu in Depots reservirt zu werden. Die Herstellung des Planums konnte nur stückweise und mit vielfachen Unterbrechungen erfolgen, weil sich diese Arbeiten dem Fortschreiten der Bauarbeiten unterordnen mufsten.

Da für die Materialienanfuhr die Wege auf dem gewachsenen Boden offen zu halten waren, und die Ausführung der einzelnen Gebäude nicht in der Reihenfolge stattfinden konnte, wie sie für die Herstellung der Erdarbeiten die geeignetste gewesen wäre, so liefs sich die ursprünglich berechnete mittlere Transportweite von 200 ^{m} nicht inne halten. Dadurch sowohl, wie auch durch die äufserst zähe Beschaffenheit der zu bewegenden Erdmassen wurden die Kosten der Ausführung zu einem Betrage gesteigert, welcher weit über die Ansätze hinaus ging, die zu jener Zeit bei umfassenderen Terrainarbeiten in der Nähe von Berlin, wo sich meist nur leicht zu lösender Sandboden befindet, gewöhnlich angenommen wurden. Der Transport wurde zum gröfseren Theil mit Handkarren und auf weitere Entfernungen mit zweirädrigen Kippkarren bewerkstelligt. Es betrugen die Gesammtkosten für Lösen, Laden, Transport und Planirung durchschnittlich per Cubikmeter $0,_{80}$ Mark, während dafür unter den Verhältnissen, wie sie in der hiesigen Gegend in der Regel stattfinden, $0,_{65}$ Mark hingereicht haben würden.

Die Gartenanlagen und Pflanzungen auf dem Anstaltsterrain sind nach den Angaben des Herrn Gartendirectors Meyer hergestellt worden. Mit Kies befestigte Gartenwege schliefsen sich überall an die bereits erwähnten aufgehöhten Hauptwege an, und bilden mit den grofsen, zwischen den Gebäuden befindlichen Rasenflächen gefällige und der Gesammtform der Anstalt angepafste Anlagen. Gröfsere Bäume wurden nur auf dem weiten, von der Mittelachse durchschnittenen Gartenplatze an den Seiten des Trottoirs angepflanzt. Ausgedehnte Bosquets neben dem Badehause geben dem Platze den hier nöthigen Abschlufs. Bäume und höher wach-

sende Sträucher haben aufserdem noch beim Leichenhause Verwendung gefunden, um dasselbe möglichst zu verdecken, desgleichen beim Eishause des dort zu schaffenden Schattens halber, während im Uebrigen nur niedrige Büsche in angemessener Vertheilung und so angepflanzt wurden, dafs die Uebersichtlichkeit des Terrains dadurch nicht beeinträchtigt wird.

In den Beamtengärten sind Lauben aus Eisenstäben hergestellt und ebenso wie die Pfeiler der Einfriedigung mit wilden Weinreben bepflanzt worden. Mit Zierbeeten geschmückte Rasenflächen, von Kieswegen durchzogen, geben diesen, an den Vorplatz des Verwaltungsgebäudes grenzenden Gärten ein gefälliges Aussehen.

Sämmtliche Arbeiten zur Herstellung der Gartenanlagen und Pflanzungen und des Zufuhrweges sind unter der speciellen Leitung des Herrn Stadt-Obergärtners Rönnenkamp ausgeführt worden.

Gasleitung.

Bei der Anlage der auf dem Situationsplan dargestellten Gasleitungen wurde es wegen der grofsen Anzahl der zu erleuchtenden Gebäude für nöthig befunden, von dem in der Landsberger Allee gelegenen Hauptrohr zwei Abzweigungen nach dem Krankenhausterrain herzustellen und diese durch Legung eines Rundstranges wieder unter sich zu verbinden, damit im Falle gröfserer Reparaturen keines der Gebäude von der Gaszuleitung abgeschlossen sei. Ein jedes der Gebäude hat seinen eigenen Gasmesser erhalten, und es wird in den einzelnen Dienstwohnungen der Gasverbrauch noch speciell durch besondere Gasmesser controlirt. Den zur Terrainbeleuchtung aufgestellten Strafsenlaternen wird das Gas von dem zunächst gelegenen Gebäude zugeführt. Auf diese Weise läfst sich der Gasconsum der Anstalt nicht nur im Ganzen, sondern auch für die einzelnen Theile derselben feststellen, so dafs ein Mifsbrauch im Consum leicht entdeckt werden kann.

Den Vorplatz erleuchten 6 Laternen, welche in reicherer Schmiedearbeit hergestellt und theils auf den Mauerpfeilern der Beamtengärten, theils auf Gufssäulen an der Einfahrt angebracht sind.

Aufser zwei Laternen auf den Thorpfeilern der Einfahrt zur Oeconomie und zwei reicheren Candelabern vor dem Leichenhause sind 35 gewöhnliche Strafsenlaternen auf dem Anstaltsterrain vertheilt.

Zur Beleuchtung des neuen Zufuhrweges und der Parkstrafse sind gewöhnliche Tariflaternen aufgestellt, welche gegen eine bestimmte jährliche Geldvergütung von der städtischen Beleuchtungsanstalt gespeist und verwaltet werden und stets eben so lange wie die übrigen Strafsenlaternen brennen.

Telegraphenleitung.

Bei der grofsen Ausdehnung der Anstalt konnte zur Handhabung eines schnellen und geordneten Dienstes eine Telegraphenanlage nicht wohl entbehrt werden. Es genügte hierzu die Herstellung einfacher Rufapparate, um entweder Wärter zum Transport eintreffender Kranken nach dem Verwaltungsgebäude, oder einen Arzt nach einem der Pavillons hinzurufen. Zur Verständigung dienen verabredete Signale, welche durch Druckknöpfe und Glocken gegeben werden können. Diese sind einerseits in dem Apparat des Wachtraumes im Verwaltungsgebäude vereinigt, andererseits in den Pavillons so vertheilt, dafs gewöhnlich nur der der Assistenzarzt-Wohnung zunächst sich aufhaltende Wärter das Signal hört, welcher bei seiner dienstlichen Verhinderung oder Abwesenheit die Glocke des in dem unteren Geschofs gelegenen Wärterzimmers einschaltet. In den Isolirgebäuden mufsten sämmtliche Wärterstuben mit der Leitung verbunden werden, weil in diesen Gebäuden voraussichtlich öfters einzelne Abtheilungen gar nicht belegt sein werden.

Die Telegraphenleitung ist eine elektrische mit vier Braunsteinelementen; unter Terrain gelegte Kabel stellen die Verbindung zwischen den Gebäuden her. Der Anschlufs des Oeconomie- und des Leichenhauses an den Telegraphen wurde für entbehrlich erachtet. In den Dienstwohnungen des Verwaltungsgebäudes sind pneumatische Telegraphen zur Anwendung gekommen.

Inventar.

Mit den Vorarbeiten zur Beschaffung des Inventars im eigentlichen Sinne wurde von der städtischen Behörde der zum obersten Leiter der Verwaltung der Anstalt designirte Herr Director Herfordt beauftragt. Die Mitwirkung der Architekten beschränkte sich dabei auf die Anfertigung von Zeichnungen und Modellen aufsergewöhnlicher Mobiliarstücke und Beleuchtungsgegenstände, auf die Einrichtung der Keller und der Trockenböden im Oeconomiegebäude, sowie auf Beschaffung der Fensterrouleaux. Letztere wurden aus starkem ungebleichten Drillich hergestellt, und so construirt, dafs sie, ähnlich wie bei den Fenstern von Zeichensälen, sowohl von Unten nach Oben, als auch umgekehrt, gezogen werden können.

Die Ausstattung der Apotheke und der dazu gehörigen Küche so wie der Vorrathsräume erfolgte unter der Mitwirkung des Herrn Stadtrath Kunz; die Beschaffung aller chirurgischen und sonstigen Instrumente wurde den zu ärztlichen Directoren der Anstalt ernannten Herren Dr. Ries und Dr. Trendlenburg übertragen.

Ueber die der Inventarbeschaffung zu Grunde gelegten Normen und speciell über einzelne Theile derselben ist noch Folgendes zu erwähnen:

Die Ausstattung der Stuben für Wärter, Heizer und Hausdiener ist überall dieselbe, um je nach Erfordernifs beliebige anderweite Disposition über die Benutzung dieser Räume oder deren Inventar treffen zu können. Die Wohnungen für verheirathete Beamte sind nicht mit Inventarium bedacht worden, jedoch erschien es geboten, dieselben überall mit den nöthigen Gasbeleuchtungs-Einrichtungen und mit Fensterrouleaux zu versehen, theils um hierin eine Gleichmäfsigkeit zu erzielen, theils deshalb, weil die Dimensionen der Fenster erheblich von den in gewöhnlichen Miethswohnungen vorkommenden abweichen, mithin die Beschaffung der Rouleaux bei einem Beamtenwechsel den zur Benutzung der Wohnung gelangenden Beamten stets besondere Unkosten verursachen würde.

Für die Wohnungen der unverheiratheten Aerzte und für die Büreaus der Directoren wurden Mahagonimöbel beschafft, während das Mobiliar der übrigen Büreaus, des Versammlungs- und des Lesezimmers in polirtem Birken- und Kiehnenholz gefertigt ist.

Die Möbel der Krankenhäuser sind in Kiehnenholz mit Oelfarbenanstrich hergestellt, die Bettstellen sämmtlich aus

Schmiedeeisen; alle Stücke nach den vom Curatorium gut geheifsenen Modellen.

Zur Beleuchtung der Krankenräume sind Gasflammen mit Brönner'schen Specksteinbrennern gewählt, welche ohne Cylinder in Milchglasschaalen brennen und zur Milderung des Lichtes noch mit grünseidenen Schirmen umgeben sind.

Baukosten.

Ein Theil der Bauausführung fiel in die Zeit vor den mit dem Jahre 1871 begonnenen Lohnsteigerungen, ein anderer Theil in die Periode der höchsten Preise für Material und Arbeit; es können daher die in der umstehenden Uebersichts-Tabelle der Kosten aufgeführten Zahlen nur einen sehr bedingten Anhalt für die Ausführung ähnlicher Bauanlagen gewähren. Die in derselben bei Insgemein angegebene Summe vertheilt sich wie folgt auf die Kosten:

1) Für die Heizversuche . . . . . . 2528 Mark,
2) für nachträgliche Einrichtung von zwei Directorwohnungen mit . . . . . 5860 -
3) für die Einrichtung von Waschküchen für die Dienstwohnungen, Einrichtung der Apothekerküche, Ueberdachung der Perrons von 10 Pavillons, Beschaffung einer Anstaltsuhr und Herstellung des dazu erforderlichen Aufbaues auf der Westfront des Oeconomiegebäudes, für die Anlage von Kehricht- und Aschgruben auf den Wirthschaftshöfen, sowie einer Kalkgrube, für eine Signalglocke, Klingelzüge etc. etc. mit . . . . . 36743 -
4) für generelle Ausgaben (Bauzäune, Materialienschuppen, Feuerversicherung etc.) mit . . . . 7373 -
5) für die Bauleitung:
   a. an Architektenhonorar 99700 M.
   b. an Kosten des Baubüreaus 94447 -
   zusammen mit . . 194147 -

Insgemein Summa . . 246651 Mark.

Es betragen demnach die Kosten der Bauleitung $4,_3$ Procent der Gesammtkosten und vertheilen sich diese etwa zur einen Hälfte auf das Honorar der Architekten, zur anderen auf das Baubüreau.

Einer rascheren Vollendung der Bau-Ausführung haben im Beginn und im Laufe derselben sich verschiedentlich Hindernisse entgegengestellt. Zunächst ergaben sich solche aus den im Eingange dieses Aufsatzes geschilderten eigenthümlichen Verhältnissen und sodann auch daraus, dafs über wesentliche Programm-Bestimmungen erst während der Ausführung des Baues resp. nach Erlangung von Resultaten angestellter Versuche Beschlufs gefafst werden sollte. Erhebliche Verzögerungen sind ferner durch die in Folge des Krieges von 1870/71 entstandenen Stockungen und durch die demnächst eingetretenen socialen Kämpfe zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgebern herbeigeführt worden. Von nicht minder nachtheiliger Wirkung in dieser Beziehung ist endlich auch der erschwerte und langwierige Geschäftsgang gewesen, in welchem der Verkehr zwischen den bauleitenden Architekten und dem durch die städtischen Behörden in mannigfachen Instanzen*) vertretenen Bauherrn sich zu bewegen hatte. Zu den dadurch veranlafsten Hemmungen haben überdies auch noch zufällige Umstände, der sechsmalige Personenwechsel in den Functionen des Stadtbauraths und verschiedene andere geschäftliche Vertretungen nicht wenig beigetragen. Unter solchen geschäftlichen Verhältnissen hat die Genehmigung von unsererseits abgeschlossenen Verträgen resp. die Entscheidung über einzelne Punkte von mitunter nur geringer Wichtigkeit sich Monate hindurch verzögern müssen, ohne dafs diesfalls irgend einer Person ein Vorwurf zu machen gewesen wäre. Selbstverständlich aber hat durch solche Verzögerungen der Fortgang der Bauarbeiten erheblichen Aufenthalt erleiden müssen.

Einer objectiven Schilderung dieser Verhältnisse haben wir uns nicht enthalten zu dürfen geglaubt, indem es uns darauf hat ankommen müssen, die schwierige Lage darzustellen, in welcher wir uns bei der Lösung der uns gestellten Aufgabe befunden haben. Durchaus fern hat uns dabei die Absicht gelegen, etwa eine Kritik des Geschäftsganges bei den Communalbehörden auszuüben, von welchen wir mit dem ehrenvollen Auftrage zur Entwerfung des Bauplanes und zur Leitung des Baues einer so bedeutenden und für das Gemeinwohl so wichtigen Anstalt, wie das städtische Krankenhaus, betraut worden.

In einem Engagementsvertrage vom 2. Mai 1868 verpflichteten wir uns der Stadt-Commune gegenüber zu allen architektonischen Leistungen und Reisen, welche zum Bau einer den heutigen hygienischen Principien und Anforderungen entsprechenden Krankenheilanstalt für nothwendig erachtet werden sollten, sowie zur demnächstigen Leitung des Baues unter unserer persönlichen Verantwortlichkeit. Als Honorar für diese gesammten Leistungen wurde uns ein Betrag von $2\frac{1}{2}$ Procent der von der Stadtverordneten-Versammlung genehmigten Bau-Anschlagssumme bewilligt. Geschäftlich hatten wir für den betreffenden Bau die Stellung eines städtischen Bauinspectors einzunehmen und für die Bauausführung den einer solchen Stellung entsprechenden Vorschriften nachzukommen. Es stand uns dabei ein Baubüreau zur Seite, dessen diätarisch beschäftigtes Personal aus je einem Baumeister, Bauführer, Aufseher, Schreiber und je nach Bedürfnifs auch aus einem Zeichner bestand. Zur Anstellung sowohl dieser Personen, als auch von 2 Bauwächtern wurden wir vertragsmäfsig ermächtigt, während die Besoldung derselben sowie die sonstigen Kosten des Büreaus von der Stadt übernommen wurden.

Die einzelnen Arbeiten und Lieferungen durften bei Objecten bis zum Werthe von 3000 Mark freihändig vergeben werden, wohingegen bei höheren Beträgen in der Regel auf 6 Concurrenten zu beschränkende Submissionen dem Abschlufs der Contracte vorherzugehen hatten, auch zu Letzteren die Genehmigung des Magistrats einzuholen war.

Wohl selten sind bei einer Bauausführung, welche sich auf die Zeit von sechs Jahren erstreckte, so erhebliche Preissteigerungen, wie es bei der in Rede stehenden der

*) Diese verschiedenen Instanzen bestanden aus dem Stadtbaurath, dem für den Bau bestellten Curatorium, dem Magistrat, der Bau-Deputation, der Geldbewilligungs-Deputation und dem Plenum der Stadtverordneten-Versammlung, so wie in mehrmaligen Fällen auch der Forst- und Oeconomie-Deputation derselben. Eine fernere Instanz bildete sodann auch noch die Bau-Abtheilung des Königl. Polizeipräsidiums ebenso wie bei von Privaten ausgeführten Bauten.

Uebersichts-Tabelle der Kosten.

Nr.	Gesammt-Summen aller Anlagen für 600 Betten. Flächeninhalt bei Gebäuden □m	Kosten der Ausführung Mark	Kosten pro Bett Mark	Dieselben vertheilen sich auf: Benennung der Anlagen	Bauzeit	1. Krankengebäude. Flächeninhalt □m	Baukostenbetrag in Summa Mark	Baukostenbetrag pro □m Mark	Bettenzahl	Kosten pro Bett in Gebäuden Mark	Kosten pro Bett für die Zahl von 600 Kranken	2. Gebäude der Verwaltung. Flächeninhalt □m	Baukostenbetrag in Summa Mark	Baukostenbetrag pro □m Mark	Baukostenbetrag pro Bett bei 600 Kranken Mark	3. Sonstige Anlagen. Kostenbetrag in Summa Mark	Kostenbetrag pro Bett bei 600 Kranken Mark
1	1401	393005	655,01	Verwaltungsgebäude (14223 □F.) 570,65 □m eingeschossig, 830,35 □m dreigeschossig.	1870—74	....	....	....	....	....	....	1401	393005	280,51	655,01	....	....
2	1332	270347	450,58	Oeconomiegebäude (13526 □F.) . . 1097 □m Hauptgebäude, 235 □m niedriger Anbau.	1869—72	....	....	....	....	....	....	1332	270347	203,00	450,58	....	....
3	56	10668	17,78	Eishaus (571 □F.)	1873	....	....	....	....	....	....	56	10668	190,50	17,78	....	....
4	239	39779	66,30	2 Thorgebäude (2423 □F.) I. . . II. . .	1868—69 1869—70	....	....	....	....	....	....	239	39779	166,44	66,30	....	....
5				4 einstöckige Pavillons der chirurgischen Abtheilung:													
a	684	132335	1092,11	Pavillon VII (5088 □F.)	1868—69	684	132335	193,47	32	4135,47	220,56	....	....	....	....	....	....
b	684	115535		Pavillon VIII (5088 □F.)	1868—69	684	115535	168,91	32	3610,47	192,56	....	....	....	....	....	....
c	1368	407395		Pavillon IX u. X (10176 □F.) . .	1872—74	1368	407395	297,80	64	6365,55	678,99	....	....	....	....	....	....
6	4184	1352520	2254,20	6 zweistöckige Pavillons I—VI der Abtheilung für innere Kranke . (6 · 7080 □F.)	1871—74	4184	1352520	323,26	384	3522,19	2254,20	....	....	....	....	....	....
7	1023	399405	665,68	2 Pavillons XI u. XII, Isolirgebäude (2 · 5192 □F.)	1872—74	1023	399405	390,42	88	453,47	665,68	....	....	....	....	....	....
8	162	39369	65,61	Badehaus für Dampfbäder . . . (1651 □F.)	1873 — 1874	....	....	....	....	....	....	162	39369	243,02	65,61	....	....
9	285	79740	132,90	Leichenhaus (2897 □F.)		....	....	....	....	....	....	285	79740	279,80	132,90	....	....
10	....	116435	194,06	Einfriedigungen und Thore . .	1869—70 resp. 1873	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	116435	194,06
11	....	84298	140,49	Bewässerungsanlage incl. Brunnen und Reservoirs für kaltes Wasser	1868 und 1872—73	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	84298	140,49
12	....	68660	114,43	Entwässerungsanlagen	1873	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	68660	114,43
13	....	150678	251,13	Verbindungswege und Pflasterarbeiten	1873—74	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	150678	251,13
14	....	66413	110,69	Bürgersteige an den angrenzenden Strafsen	1872—73	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	66413	110,69
15	....	150440	250,73	Terrainregulirung, Zufuhrweg, Gartenanlagen und Pflanzungen . .	1871—74	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	150440	250,73
16	....	41316	68,86	Gasleitung im Terrain und Candelaber	1873	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	41316	68,86
17	....	10800	18,00	Telegraphenleitung	1874	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	10800	18,00
18	....	345000	575,00	Inventar, complet incl. Wäsche etc.	1874	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	345000	575,00
19	....	246651	411,09	Insgemein. Bauleitung, Heizversuche, Einrichtung der Directorwohnungen etc.	1868—74	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	246651	411,09
	11418	4520789	7534,65	. . . . Summa		7943	2407190	im Mittel 274,77	600	im Mittel 4012,00	4011,99	3475	832908	im Mittel 239,68	1388,18	1280691	2134,48

7943 □Meter Krankengebäude für 600 Betten kosteten 2407190 Mark, d. i. pro Bett 4011,99 Mark,
3475 - Gebäude der Verwaltung etc. . . . . 832908 - - - - 1388,18 -

11418 □Meter Gebäude der Anstalt . . . . 3240098 Mark, d. i. pro Bett 5400,17 Mark.
Dazu sonstige Anlagen etc. . . . 1280691 - - - - 2134,48 -

Gesammtkosten für 600 Betten . . . 4520789 Mark, d. i. pro Bett 7534,65 Mark.

Fall gewesen, eingetreten. Während im Jahre 1869 die Hintermauerungssteine zum Preise von $27,_{25}$ Mark pro Mille zur Baustelle angeliefert wurden und die Maurerarbeiten sich nach einem Gesellentagelohn von $2,_{25}$ Mark berechneten, stieg im Jahre 1873 der Preis für gewöhnliche Ziegel bis auf $75,_{0}$ Mark pro Mille. In ähnlichem Verhältnisse waren auch die Tagelöhne gestiegen.

In welchem Maafse unter solchen Umständen die im Jahre 1868 aufgestellten überschläglichen Kostenberechnungen überschritten werden mufsten, erhellt am Klarsten aus den Zahlen der Kostenübersicht, wonach ein Gebäude, welches im Jahre 1868—69 für $193,_{47}$ Mark pro Quadratmeter herzustellen war, in den Jahren 1872—74 einen Kostenaufwand von $297,_{80}$ Mark pro Quadratmeter erforderte (Vergleich des Pavillons VII mit den Pavillons IX und X). Es war demnach eine durchschnittliche Preissteigerung aller Bauarbeiten und Materialien um 54 Procent eingetreten. Wenn diese Kostensteigerung sich nicht noch höher bezifferte (nach genauen von uns angestellten Ermittelungen waren im Durchschnitt vom Jahre 1869 bis zum Jahre 1873 die Preise um 80 Procent gestiegen), so ist der Grund dafür in dem günstigen Umstande zu suchen, dafs ein gröfserer Theil von Arbeiten und Lieferungen nach bereits vor Eintritt der höchsten Preissteigerungen abgeschlossenen Verträgen zu leisten war.

Die Bauthätigkeit vertheilte sich auf die einzelnen Jahre der Bauzeit in folgender Weise:

Im Herbst des Jahres 1868 wurde der Bau begonnen, und waren am Schlufs desselben ein Brunnen fertig gestellt, die Fundamentirung der Pavillons VII und VIII vollendet und ein Thorgebäude bis zur Erdgeschofshöhe aufgemauert.

Im Jahre 1869 wurden die zur Erprobung verschiedener Heizungsanlagen zuerst erbauten einstöckigen Pavillons VII und VIII so weit vollendet, dafs mit den Heizungs- und Ventilationsversuchen begonnen werden konnte. Das Baubüreau wurde in das zu seiner Aufnahme fertig gestellte Thorgebäude verlegt; auch konnte nach den im September erfolgten Geldbewilligungen die Herstellung der Einfriedigungsmauer noch so weit bewirkt werden, dafs bei Eintritt des Winters die ganze Baustelle eingeschlossen war. Das zweite Thorgebäude wurde im Rohbau vollendet und das Oeconomiegebäude mit Weglassung des Kesselhauses bis zur Plinthenhöhe aufgeführt.

Im Jahre 1870 wurde der innere Ausbau der Pavillons VII und VIII, sowie des zweiten Thorgebäudes vollendet, auch die Einfriedigungsmauer und der Rohbau des Oeconomiegebäudes fertig gestellt. Im August waren auch die Arbeiten am Verwaltungsgebäude begonnen worden, dessen Flügelbauten in diesem Jahre bis zur Höhe des zweiten Stockwerks, der Mittelbau aber nur bis auf Terrainhöhe aufgemauert wurde.

Im Jahre 1871 wurde durch die vom Juli bis September dauernde Arbeitseinstellung der Maurer der Fortschritt des Baues wesentlich verzögert. Es war am Schlusse dieses Jahres das Oeconomiegebäude bis auf kleinere Theile des inneren Ausbaues und Ausstattung der Dampfküchen fertiggestellt und mit der Montage der Pumpen, der Dampfkessel und der Maschine begonnen.

Das Verwaltungsgebäude war bis auf die Verblendung im Rohbau hergestellt, und wurden von den im Mai in Angriff genommenen sechs zweistöckigen Pavillons zwei bis zur ersten Etage, die übrigen bis zur Plinthenhöhe aufgeführt.

Im Jahre 1872 wurde das Oeconomiegebäude bis auf die Beschaffung der Dampfkochapparate vollendet. Die Inbetriebsetzung der Dampfpumpen ergab die Nothwendigkeit einer zweiten Brunnenanlage, welche im September begonnen wurde. Am Verwaltungsgebäude konnte wegen verzögerter Lieferung der Formsteine nur ein Theil der äufseren Verblendung zur Ausführung gebracht werden, während bereits die inneren Ausbauarbeiten betrieben wurden.

Die sechs zweistöckigen Pavillons befanden sich im September unter Dach, und wurde mit der Anlage der Heizung in denselben begonnen.

Die einstöckigen Pavillons IX und X, sowie die Isolirgebäude, mit deren Fundamentirung Mitte August vorgegangen wurde, waren am Ende des Jahres zur Hälfte bis zum Richten gefördert, zur Hälfte bis zum Erdgeschofs aufgeführt worden.

Zur Regulirung des Terrains wurden im Laufe des Jahres 6100 Cubikmeter Erde bewegt. Die im August angefangene Herstellung des Bürgersteiges und der Promenade an der Landsberger Allee, sowie die Regulirung der Parkstrafse wurden zum gröfseren Theil vollendet.

Im Jahre 1873 hatten sich im Oeconomiegebäude die Arbeiten auf die Ausstattung der Küchen mit Dampfkochapparaten beschränkt, im Verwaltungsgebäude auf die Weiterführung der Verblendungs- und Ausbauarbeiten, von denen am Schlusse des Jahres aufser den schmiedeeisernen Thoren in der Einfahrt nur noch unwesentliche Theile rückständig blieben. Im Stadium fast vollständiger Vollendung befanden sich am Schlufs des Jahres auch die sechs zweistöckigen Pavillons. Fast ebenso weit gefördert waren die einstöckigen Pavillons IX und X und die Isolirgebäude. Im Laufe des Sommers hatte der Bau des Conservirhauses für Eis, des Leichenhauses und des Badehauses begonnen, von welchen Gebäuden das erstere vollständig, die beiden letzteren bis auf den inneren Ausbau vollendet wurden. Der zweite Brunnen und dessen Verbindung mit dem ersten wurde hergestellt, und konnte die Pumpenanlage probeweise in Betrieb gesetzt werden.

Die Einfriedigungen der Wirthschaftshöfe und der Beamtengärten am Verwaltungsgebäude wurden ausgeführt und sämmtliche Einfahrten, darunter auch die der früher ausgeführten Anstaltsmauer mit schmiedeeisernen Thoren versehen, nachdem die Regulirungsarbeiten an der Landsberger Allee und in der Parkstrafse beendet waren. Ferner wurden sämmtliche Erdarbeiten, auch diejenigen zur Herstellung des neuen Zufuhrweges, im Wesentlichen beendet, desgleichen die Pflasterung der Höfe und die Umpflasterung der einzelnen Gebäude. Endlich kam ein kleiner Theil der Verbindungswege auf dem Anstaltsterrain zur Ausführung, nachdem die Bewässerungs-, Entwässerungs- und Gas-Leitungen im Terrain hergestellt waren.

Im Jahre 1874 wurden die letzten Bauarbeiten beendet; dieselben bestanden im Wesentlichen in der Ueberdachung der Perrons von 10 Pavillons, in der Herstellung der Telegraphenleitung, der Gartenanlagen und Pflanzungen, in der nachträglichen Einrichtung zweier Directorwohnungen im Verwaltungsgebäude und in der Beschaffung des Inventars.

In der Zeit vom 19. Februar bis 7. März wurden die Heizungs- und Ventilationsanlagen in den Krankenhäusern einer Prüfung unterzogen. Nachdem dann im Juni durch die städtische Baudeputation eine Vorrevision der gesammten Anlagen stattgefunden hatte, erfolgte am 22. September die Uebergabe der Anstalt, und wurde der Betrieb derselben im October eröffnet.

Die Auflösung des Baubüreaus erfolgte im Mai 1875 nach Erledigung der Abrechnungsarbeiten.

Von den Gesammtbaukosten kamen in den einzelnen Baujahren zur Auszahlung:

bis Ende 1869 . . .	287658 Mark,
im Jahre 1870 . . .	162568 -
- - 1871 . . .	399053 -
- - 1872 . . .	993220 -
- - 1873 . . .	1428986 -
- - 1874 . . .	799672 -
- - 1875 bis zur erfolgten Abrechnung im Mai .	146104 -
In den Jahren 1874—75 zahlte die Verwaltung der Anstalt für Inventar	303528 -
Summa . .	4520789 Mark.

Nachdem wir im Vorstehenden die Anlage des neu errichteten Krankenhauses beschrieben und in dem Gange ihrer Entstehung verfolgt haben, sei es uns gestattet, hier noch diejenigen Punkte besonders zu erörtern, in welchen sich diese Anstalt von allen zu gleichem Zweck früher in Deutschland errichteten unterscheidet, sowie einige der bei diesem Bau gemachten Erfahrungen mitzutheilen, welche für ähnliche Bauausführungen der Beachtung werth sein dürften.

Das System des Pavillonbaues ist bei dieser Anlage im ausgedehntesten Maafse zur Anwendung gekommen. Die sanitären Vorzüge dieses Systems bedürfen heutzutage keiner weiteren Darlegung, dem Architekten aber gewährt es den Vortheil, ein jedes einzelne Gebäude genau dem Bedürfnifs seiner Bestimmung anpassen zu können, indem nicht wie bei geschlossenen Anstalten den heterogensten Anforderungen in einem und demselben Gebäude genügt zu werden braucht.

In Betreff des cubischen Inhalts der Gebäude ermöglicht es die verhältnifsmäfsig gröfste Oeconomie. Vom pecuniären Standpunkt aus wird aber dieser Gewinn wieder aufgewogen durch die erforderliche gröfsere Ausdehnung des Bauterrains, durch die gröfsere Länge aller Rohrleitungen und endlich auch dadurch, dafs Anlagen, wie diejenige der Bäder, weniger centralisirt werden können, da sie in einem jeden der Krankengebäude hergestellt werden müssen.

Fast überall, wo bisher beim Krankenhausbau das Princip der Vertheilung der einzelnen Gebäude auf eine möglichst grofse Terrainfläche zur Anwendung gekommen ist, hat man geglaubt, durch bedeckte Verbindungsgänge die durch die Entfernung zwischen den Gebäuden für den Verkehr entstehenden Inconvenienzen wieder ausgleichen zu müssen.

Wenn es nun auch nicht in Abrede zu stellen ist, dafs solche bedeckten Gänge bei schlechter Witterung den Verkehr für die Verwaltung erleichtern, so meinen wir doch, dafs weniger Gewicht auf eine solche Bequemlichkeit, als auf eine ungehemmte Bewegung der Luft und auf die Uebersichtlichkeit des Anstaltsterrains zu legen sei. Bei dem Krankenhaus im Friedrichshain, dessen Betrieb jetzt den zweiten Winter übersteht, ist ein Verlangen nach bedeckten Verbindungsgängen noch nicht laut geworden, und daher auch wohl nicht mehr zu besorgen. Der Transport der Speisen in der bei der Beschreibung des Oeconomiegebäudes mitgetheilten Weise hat sich als vollständig zweckmäfsig bewährt, da es bei der erhöhten Lage der hergestellten Verbindungswege leicht ist, dieselben frei von Schnee und rein zu erhalten.

Das zur Belegung dieser Wege gewählte Material — Quarzsandsteinplatten — eignet sich sehr wohl zu diesem Zweck, indefs erfordert es eine genaue Kenntnifs seiner Natur, um schon vor der Verwendung mit Sicherheit beurtheilen zu können, welche Platten dem Einflufs der Witterung zu widerstehen geeignet sind.

Die Anwendung von Mettlacher Fliesen zur Herstellung von Fufsböden in Krankensälen war von uns schon vorher in einem anderen Falle, nämlich beim Bau des Evacuations-Pavillons des Krankenhauses Bethanien, erfolgt.*) Die Herstellung der Fufsböden ist jedoch in beiden Fällen eine verschiedene, da in dem städtischen Krankenhause die Fliesen auf einem Gewölbe liegen, unter welchem sich die Ventilations- und Heizcanäle hinziehen, während bei der nicht unterkellerten Baracke in Bethanien der Fliesenfufsboden auf ein Unterpflaster von mehreren aus porösen Steinen gebildeten Flachschichten mit Luftzwischenräumen gelegt und so von der Erdfeuchtigkeit isolirt wurde. In keinem der beiden Fälle haben sich übrigens die von vereinzelten Stimmen vorher gegen diese Fufsböden geäufserten Bedenken als begründet erwiesen, wenigstens sind bis jetzt Klagen über Kälte des Fufsbodens von keiner Seite laut geworden. Die Vortheile von Steinfufsböden ganz besonders in chirurgischen Pavillons, in denen mehr noch als in den Sälen der inneren Station schädliche flüssige Substanzen durch Aufsaugen in die Fufsbodenbretter und Eindringen in die Fugen grofse sanitäre Nachtheile hervorbringen können, sind von allen ärztlichen Autoritäten in so hohem Maafse anerkannt worden, dafs in Zukunft eine noch ausgedehntere Anwendung der gedachten Fliesen oder eines ihnen an Güte ähnlichen Materials bei Krankenhausbauten sicher zu erwarten steht.

Bei Einrichtung der Theeküchen wurde anstatt des sonst üblichen Kochherdes der im Holzschnitt oben dargestellte Gas-Kochapparat angewendet. Derselbe nimmt nur einen geringen Raum ein, und empfiehlt sich sowohl wegen seiner grofsen Reinlichkeit, als auch wegen der Schnelligkeit, mit welcher die Bereitung von warmem Wasser, Thee u. dergl. erfolgen kann. Durch Ungeschicklichkeit und Unkenntnifs der Wärter, wenn nicht gar durch Muthwillen, wurden zwar mehrere dieser Apparate beim ersten Gebrauch verdorben, indefs hat jetzt ihre Zweckmäfsigkeit allgemeine Anerkennung gefunden.

Von der Verwaltung der Anstalt wird darüber Klage geführt, dafs die Warmwasserbereitung für die Bäder einen unverhältnifsmäfsig grofsen Aufwand von Brennmaterial erfordere. Mag auch die zu diesem Zwecke angelegte Heizung noch einer Verbesserung fähig sein, so sind wir doch der

*) Siehe Veröffentlichung in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1873.

Ansicht, dafs sich auch bei ihrer jetzigen Einrichtung eine nicht geringe Ersparnifs erzielen liefse, wenn man das in dem Schwimmkugelhahn endigende Zuflufsrohr des Badereservoirs mittelst des hier angebrachten Ventils abschlösse, sobald sich übersehen läfst, dafs der Reservoir-Inhalt zur Bereitung der noch zu verabfolgenden Bäder reichlich genügt, indem alsdann nie mehr als die erforderliche Quantität Wasser erwärmt zu werden brauchte.

Die Bauausführung des Krankenhauses fiel zum gröfseren Theil in diejenige Epoche, in welcher es der Ziegeltechnik gelungen war, ein hellrothes Verblendmaterial herzustellen, dessen Preis nicht so hoch war, dafs seine Verwendung ausschliefslich auf monumentale Bauten hätte beschränkt bleiben müssen. Es konnten daher mit Ausnahme der Pavillons VII und VIII, der Thorgebäude, des Oeconomiegebäudes und der Einfriedigungsmauer, deren Ausführung aus der Zeit vor jener Epoche datirt, und deren Verblendung mit Bellinchener Steinen erfolgte, sowie des Verwaltungsgebäudes, für welches von vornherein ein schöneres Material gewählt werden durfte, die Gebäude der Krankenhausanlage mit schönen röthlich engobirten Steinen verblendet werden, die den Greppiner Werken entnommen waren. Während nämlich beim Bau des Königlichen Bankgebäudes in der Jägerstrafse für Riemchenverblendung der Preis von 135 Mark pro Mille Verblendsteine aufgewendet wurde, konnte für den gröfsten Theil der Krankenhausanlage eine solche Verblendung mit Steinen im Preise von 96 Mark pro Mille hergestellt werden, ohne dafs das Mauerwerk in seiner gefälligen Erscheinung dem der Königlichen Bank wesentlich nachstünde. Die engobirten Steine haben sich übrigens als vollkommen wetterbeständig erwiesen, sofern das Eintauchen der aus gelbem Thon geformten Steine in die im Ofen roth brennende Masse zu einer Zeit geschieht, zu welcher der Thon noch nicht mehr von seiner Feuchtigkeit verloren hat, als zu seiner innigen Verbindung mit der chemischen Lösung nothwendig ist. Sobald in dieser Manipulation ein Versehen begangen wird, hebt sich von dem gebrannten Stein alsbald eine dünne Lage ab und es tritt das gelbe Material zu Tage. Nur selten indefs und stets nur bei einzelnen Steinen gab dieser Umstand Veranlassung zu Klagen bei der Bauausführung.

Es wird sich nicht verkennen lassen, dafs mit dem Bau des Städtischen Allgemeinen Krankenhauses im Friedrichshain, bei welchem die neueren Ergebnisse der medizinischen Wissenschaft und der Erfahrungen im Gebiete der ärztlichen Praxis zum leitenden Anhalt gedient haben, ein wesentlicher Fortschritt zur Verbesserung der Krankenpflege und der Einrichtungen des ganzen Hospitalwesens gemacht worden ist. Reicht auch jene Anstalt in ihrer Vollendung an die Opulenz einzelner, gleichen Zwecken dienenden Anlagen Englands und Frankreichs nicht hinan, so ist es doch gelungen, durch deren Herstellung den Kranken, selbst der ärmsten Bevölkerungsklasse, einen verhältnifsmäfsig behaglichen Aufenthalt zu bereiten, und in der so bewirkten Milderung des für Viele abschreckenden Charakters eines Krankenhauses, einem wesentlichen Momente zur Förderung einer rascheren Genesung zu kräftiger Wirksamkeit zu verhelfen. Jenes neu geschaffene Institut hat daher auch in seinen Vorzügen bei den einheimischen und fremden Aerzten, von welchen es besichtigt worden, vielfache Anerkennung gefunden.

Die erfreulichen Erfolge des baulichen Unternehmens sind wesentlich den demselben gewidmeten Bestrebungen der städtischen Behörden, vor Allem aber denjenigen Männern zu verdanken, welche, frei von kleinlichen Auffassungen, die zur Herstellung des Baues in seiner Vollendung erforderlichen Geldmittel bewilligt haben.

Einem Wunsche aber möchten wir bei dieser Gelegenheit noch lebhaften Ausdruck geben, nämlich dem, dafs die Gedenktafel, welche zu Ehren des verstorbenen Bürgers Fasquel, der durch sein beträchtliches Vermächtnifs zur Errichtung des Krankenhauses den ersten Anlafs gegeben, in dem Hauptvestibul des Verwaltungsgebäudes der Anstalt angebracht werden soll, dort recht bald ihren Platz finden möge. Hoffen wollen wir dabei, dafs sein Beispiel unter den Einwohnern Berlins lebendige Nacheiferung erwecken werde, so dafs in ähnlichen Opfern der Mildthätigkeit sowohl zu künftigen Erweiterungen des Krankenhauses im Friedrichshain, als auch zur Errichtung anderer gemeinnütziger Anstalten in einer der hervorragenden Stellung der Hauptstadt des deutschen Reiches entsprechenden Weise die Mittel beschafft werden.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Virchow in der neuesten Zeit auf dem Terrain des Krankenhauses in der Nähe der Thorgebäude noch ein Gebäude zur Aufnahme weiblicher Personen, welche dort für den Beruf als Krankenpflegerin sich ausbilden wollen, errichtet wird.

Gropius & Schmieden.

Gasbehälter der städtischen Gasbehälter-Anstalt an der Fichte-Strafse in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 31 bis 34 im Atlas.)

Die städtische Gasanstalt an der Gitschiner-Strafse, deren ältester Theil aus dem Jahre 1846 herrührt, und deren Terrain seitdem durch Ankauf von nachbarlichen Grundstücken beträchtlich vergröfsert worden ist, wird in der nächsten Reihe von Jahren durch Ausführung von Um- und Neubauten bis zu einer Gasproduction von 170000 kb^{m} pro 24 Stunden gebracht werden, und wird dann hiermit den Abschlufs ihrer Vergröfserung erreicht haben. Bei dem Ausbau zu dieser Gasproduction wird das Terrain der Anstalt durch diejenigen Betriebsgebäude, welche zur Fabrication des Gases noch erforderlich sind, vollständig absorbirt und die noch fehlenden Gasbehälter, welche mit den gegenwärtig vorhandenen einen Gesammt-Vorrathsraum von mindestens 70 % der 24-stündigen Production geben müssen, werden aufserhalb der Gasbereitungsanstalt errichtet. Die Commune hat zu dem Zweck im Jahre 1873 ein Grundstück an der

Fichtestrafse erworben, welches zum Bau von drei Gasbehältern à 30000 kb^{m} und event. noch eines vierten von 25000 kb^{m} Gasinhalt ausreichend ist.

Der Bau des ersten Gasbehälters auf diesem Grundstück ist der Gegenstand der nachstehenden Mittheilung. Derselbe ist im Mai 1874 begonnen worden. Das Bassin und das Gebäude sind in den Jahren 1874 und 1875 erbaut worden und wird die Glocke des Behälters im Jahre 1876 fertig gestellt und in Betrieb genommen werden.

Das Bassin für den Gasbehälter hat $54,_{60}$ ^{m} inneren Durchmesser und $7,_{62}$ ^{m} Wassertiefe.

Der Baugrund ist guter Sandboden, aber die Terrainverhältnisse lagen ziemlich ungünstig, insofern das Terrain der ganzen Baustelle schon in früherer Zeit behufs Gewinnung von Mauersand abgeschachtet worden war, und jetzt über 2^{m} tiefer als die angrenzenden Strafsen und nur $0,_{30}$ ^{m} über dem im Sommer vorhandenen Grundwasserstande liegt.

Die Tiefe, auf welche die Sohle des Fundamentes zu legen war, bestimmte sich durch die Bedingung, dafs während der Fundamentirungsarbeiten nicht allein die Baugrube für die grofse Bassinfläche, sondern auch für den tieferen Theil derselben, in welchem das Eingangs- und das Ausgangsrohr von 915^{mm} Durchmesser im Bassinboden liegen, ohne Schwierigkeit wasserfrei gehalten werden mufsten.

Nach den hierüber bei anderen Gasbehälterbauten gemachten Erfahrungen konnte die Fundamentsohle des Bassins nicht tiefer als $1,_{40}$ ^{m} unter dem vorhandenen Terrain angenommen werden. Hierbei liegt die Sohle des Mauerwerks unter den Röhren auf $2,_{44}$ ^{m} Tiefe unter Terrain oder auf $2,_{14}$ ^{m} unter dem Niveau des während der Fundamentirung vorhandenen Grundwasserstandes.

Da unter diesen Verhältnissen die Bassinmauer zum gröfsten Theile über dem natürlichen Terrain aufzuführen war, so konnte bei der Construction derselben nicht auf den natürlichen Erddruck gerechnet werden, und es mufste auf künstliche Weise die Festigkeit der Bassinmauer dem aufserordentlich grofsen Wasserdruck von $7,_{5}$ ^{m} Druckhöhe entgegengewirkt werden. Wie die Darstellung auf Blatt 31 zeigt, bildet die Bassinmauer die Seitenwand eines cylindrischen Gefäfses. Sie wirkt aus diesem Grunde nicht wie eine gewöhnliche Futtermauer, die geradlinig erbaut ist, durch ihre Stabilität, da eine Neigung bei eintretendem Wasserdruck nicht möglich ist, sondern sie mufs in ihrem Zusammenhange eine solche Festigkeit besitzen, dafs sie durch radialen Druck nicht aufreifst. Wenngleich nun bei gutem, genügend belastetem Ziegelmauerwerk durch Reibung, Adhäsion und Cohäsion des Cementmörtels und Festigkeit der Steine eine grofse Festigkeit des Mauerwerks gegen Zug erreicht werden kann, so schien es doch geboten, in diesem Falle, wo zugleich eine Wasserdichtigkeit erreicht werden mufste, und auch ein Schutz gegen Frost erforderlich war, die Construction so anzuordnen, dafs die absolute Festigkeit des Mauerwerks möglichst wenig in Anspruch genommen wurde, womit gleichzeitig eine Verminderung der Mauerstärken und eine gröfsere Garantie der guten Ausführung verbunden war.

Da die absolute Festigkeit der ringförmigen Mauer durch den radialen Wasserdruck von innen nach aufsen in Anspruch genommen wird, so besteht das Gegenmittel darin, dafs durch die Belastung der Mauer und durch eine besondere Umhüllung ein Gegendruck von aufsen nach innen erzeugt werde, der die ringförmige Mauer zusammendrückt und so dem Wasserdruck entgegenwirkt.

Zu diesem Zwecke sind die Fundamente der Bassinmauer nach aufsen gerückt und unten geneigt angeordnet, so dafs sich sowohl aus dem Gegendruck des Baugrundes, als auch aus der Belastung durch das Gebäude radial nach innen gerichtete Druckkräfte entwickeln, die der Festigkeit der Mauer zu Hilfe kommen. Aufserdem ist ringsherum ein Kranz von dicht aneinander gelegten 1^{m} breiten Strebebögen angeordnet, welche, durch Erdschüttung belastet, die Bassinmauer im Drittheil ihrer Höhe zusammendrücken, und schliefslich wirkt die genannte Erdschüttung, die noch durch eine zweite ringförmige Mauer abgeschlossen und in ihrer Wirksamkeit verstärkt wird, durch den natürlichen activen event. passiven Erddruck auf den Zusammenhalt der Bassinmauer.

In Zahlen lassen sich diese Kräfte überschläglich folgendermaafsen ausdrücken: Der Wasserdruck bei $7\frac{1}{2}$ ^{m} Druckhöhe beträgt $\frac{7,_{5}{}^{2}}{2} = 28$ Tonnen pro lfd. Meter Mauer, und wirkt in $2\frac{1}{2}$ ^{m} Höhe radial nach aufsen. Er begegnet daselbst der Resultante aus dem Gewicht des Gebäudes und der Dachconstruction $(31 + 0,_{41} = 31,_{4}$ T.) mit dem Gegendruck des Baugrundes, der 1^{m} nach auswärts angreift, welche circa $\frac{1 \times 31,_{4}}{2,_{5}} = 12,_{5}$ T. beträgt, wobei das specifische Gewicht des Mauerwerks $= 1,_{6}$ gerechnet worden ist. Der Druck der Strebebögen bei 5^{m} Erdschüttung und 3^{m} Radius ist $3 \cdot 5 \cdot 1,_{6} = 25$ T., und der Erddruck oberhalb derselben $\frac{5^2 \cdot 1,_{6}}{8} = 5$ Tonnen. Mithin sind die radial nach aufsen wirkenden Kräfte pro lfd. Meter 28 Tonnen, die radial nach innen wirkenden $12,_{5} + 25 + 5 = 42,_{5}$ Tonnen. Der Unterschied derselben mit $14,_{5}$ Tonnen erzeugt bei 30^{m} Radius der Mauer und circa 10 □^{m} Querschnitt eine mittlere Pressung von $\frac{30 \cdot 14,_{5}}{10} = 43,_{5}$ Tonnen pro □^{m} oder $4,_{3}$ ^{k} pro □^{cm}, die bei leerem Bassin bis auf das Dreifache steigt.

Der Druck in den Strebebögen bei $0,_{5}$ ^{m} Stärke beträgt 50 T. pro □^{m} oder 5^{k} pro □^{cm}; der Druck auf den Baugrund in der äufsern Erdmauer setzt sich zusammen aus einem horizontalen von $25 + 5 = 30$ T. und einem vertikalen gleich dem Gewicht von Erde und Mauer, circa 25 T. pro Meter, und ist daher $\sqrt{25^2 + 30^2} = 39$ T. pro $1\frac{1}{2}$ □^{m}, oder $2,_{6}$ ^{k} pro □^{cm}.

Von zweifelhaftem Werthe in obiger überschläglicher Rechnung sind die horizontalen Componenten des Gegendrucks der Erde gegen die geneigten Fundamentflächen, von $12,_{5}$ und 30 Tonnen, die zusammen den gesammten centralen Druck hergeben, da dieselben von der Compression des Baugrundes in senkrechter Richtung und der damit zusammenhängenden horizontalen Spannung abhängen. Sollte die erstere Zahl von $12,_{5}$ Tonnen geringer sein, so würde die Compression der Bassinmauer weniger grofs ausfallen, was unschädlich ist; sollte die zweite Zahl von 30 Tonnen geringer sein, so würde die Differenz sich in eine Spannung der ringförmigen Erdmauer umsetzen, welche, wenn sie übermäfsig wird, eine Erweiterung des Ringes und event. Aufreifsen desselben zur Folge haben würde. Die Folge dieses Aufreifsens würde

eine radiale Bewegung nach aufsen und eine Erzeugung des erforderlichen Gegendrucks in der Fundamentfläche sein. Ein solches Aufreifsen hat indessen nicht stattgefunden.

Die Strebebögen haben radiale Richtung und stofsen an der Bassinwand dicht aneinander, so dafs gegen die Futtermauer hin zwischen je 2 derselben ein schmaler Keil offen bleibt, welcher mit Ziegeln überpflastert ist. Der Raum über den Bögen ist mit Erde ausgefüllt und der um das Gebäude hierdurch entstehende Umgang abgepflastert und mit Asphalt abgedeckt, um das Eindringen von Wasser in die zwischen den Mauern liegende Erdausfüllung zu verhindern.

Das Fundament des Bassins ist $0,_{60}{}^{m}$ und dasjenige der Futtermauer $0,_{80}{}^{m}$ hoch aus Kalksteinen; das sämmtliche übrige Bassinmauerwerk ist aus Rathenower Ziegeln, durchweg mit Cementmörtel in der Mischung von 1 Vol. Portland-Cement zu 2 Vol. Sand, aufgeführt worden; aller zur Verwendung gekommene Sand wurde auf der Baustelle gewaschen.

Zum Auspumpen des Grundwassers während der Fundamentirungsarbeiten war im Mittelpunkt des Bassins ein massiver, möglichst hohlfugig gemauerter Brunnenkessel von $4,_{00}{}^{m}$ Durchmesser auf $5,_{20}{}^{m}$ Wassertiefe gesenkt worden, und innerhalb der Baugrube wurden in radialer Richtung vom Umfang aus bis zu diesem Brunnen 3 Gräben angelegt und nach Art von Mühlgerinnen ausgezimmert, durch welche dem Brunnenkessel, in dessen Wandung je nach Bedürfnifs Einflufslöcher gebrochen wurden, das Wasser von der ganzen Fläche der Baugrube zugeleitet wurde; das Auspumpen geschah durch 2 aufserhalb der Baugrube aufgestellte Centrifugalpumpen von 130^{mm} Rohrdurchmesser, welche durch 2 Locomobilen betrieben wurden; das Wasser wurde mittelst einer durch die Grimm-Strafse gelegten Thonrohrleitung in den Landwehrcanal abgeführt. Der Wasserzudrang war so bedeutend, dafs beide Pumpen mehrere Wochen hindurch Tag und Nacht in ununterbrochenem Betriebe gehalten werden mufsten.

Mit dem Mauern des Fundamentes wurde von der Stelle aus, an welcher die beiden grofsen Gasröhren zuerst verlegt und vermauert worden waren, in radialen Ausschnitten vorgegangen, und die 3 radialen Wassergerinne wurden in der Reihenfolge, wie sie durch das Fundament erreicht wurden, durch Mauerwerk ausgefüllt. Zuletzt blieb in der Mitte eine Fläche von 22^{m} Durchmesser übrig, auf welcher das Fundament gelegt wurde, nachdem das Pumpen eingestellt worden war. Die innerhalb dieses Kreises liegenden Theile der 3 Wassergräben und der Brunnenkessel wurden mit Beton ausgefüllt und übermauert.

Gleichzeitig mit dem Fundament des Bassins wurde dasjenige für die Futtermauern gelegt; die Mauer selbst und die Bögen zwischen dieser und der Bassinwand sind jedoch erst später aufgeführt worden, nachdem das Gebäude fertig gestellt und die Stangenrüstung um dasselbe beseitigt worden war. Das Terrain rings um die Futtermauer ist, wie auf Blatt 31 ersichtlich, aufgehöht.

In der Bassinwand und in der Futtermauer, welche hauptsächlich Tangentialspannungen unterworfen sind, ist der Steinverband so ausgeführt worden, dafs alle Ziegel, mit Ausnahme der Strecker an den Aufsenseiten, welche je nach der Mauerstärke entweder $^{3}/_{4}$- oder ganze Steine sind, mit ihrer Langseite in der Richtung der Tangente liegen; man erreicht hierdurch den Vortheil eines stärkeren Zusammenhanges durch Reibung, da die Ziegel jeder Schicht diejenigen der darunter liegenden in tagentialer Richtung um die halbe Steinlänge überdecken, während bei dem sonst allgemein üblichen Verband die Ueberdeckung nur $^{1}/_{4}$ Stein beträgt.

Das Gebäude hat $56,_{14}{}^{m}$ äufseren Duchmesser, und ist aufsen in Rohbau, innen geputzt aufgeführt worden. Die Frontwand hat, wie die Bassinwand, auf der Innenseite 16 vorgelegte Pfeiler, an welchen Eisenbahnschienen zur Führung der Gasbehälter-Glocke befestigt sind. Zwischen den Pfeilern liegen in 3 verschiedenen Höhen Umgänge, aus eingemauerten I-Eisen mit hölzernem Fufsboden hergestellt, und durch eine schmale gufseiserne Treppe mit einander verbunden.

Die schmiedeeiserne Dachconstruction ist, wie bei allen seit 1864 in den hiesigen städtischen Gasanstalten ausgeführten Gasbehälter-Gebäuden, eine Flachkuppel; dieselbe hat $54,_{924}{}^{m}$ Durchmesser im Mauerring, $12,_{240}{}^{m}$ Scheitelhöhe, und trägt im Scheitel eine aus Holz construirte Laterne, in deren Seiten ringsum Fenster und Klappen zur Ventilation des Hauses angebracht sind. Auf den eisernen Dachsparren liegen hölzerne Fetten und Schaalung; die Dachfläche ist mit Theerpappe eingedeckt.

Das System dieser Kuppelconstruction ist zuerst bei einem Gasbehälter der englischen Gascompagnie zu Berlin im Jahre 1863 zur Anwendung gekommen und im Jahrgange XVI (1866) der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlicht worden. Daselbst ist gleichzeitig die Theorie dieser Construction im Zusammenhange mit der Theorie massiver Kuppelconstructionen ausführlich entwickelt und die Art der Aufbringung ohne vollständige Rüstung beschrieben. Die Construction zeichnet sich durch Einfachheit und Leichtigkeit vor den bis dahin üblich gewesenen Kegeldächern aus, und hat seitdem nicht nur bei den Gasbehältern Berlins, sondern auch bei solchen in anderen Städten (Wien, Leipzig, Hamburg etc.) und bei vielen kreisförmigen Locomotivschuppen etc. Nachahmung gefunden. Die Verbesserung der Construction seit den ersten im Jahrgange XVI publicirten Ausführungen zeigt die Darstellung auf den Zeichnungen 31 und 32 des Atlas, und besteht dieselbe darin, dafs zur Aussteifung der Sparren nur Blechplatten und keine Gitterconstructionen zur Anwendung gekommen sind, sowie dafs die Theilung der Sparren am Laternenringe und der Uebergang daselbst in ein Polygon von der halben Seitenzahl der Einfachheit und Genauigkeit der Ausführung wegen aufgegeben worden, und sämmtliche Sparren in vertikalen Ebenen bis zum Laternenringe durchgeführt worden sind. Die vorliegende Construction zeichnet sich aufserdem durch eine mit dem gröfseren Durchmesser zusammenhängende gröfsere Pfeilhöhe aus, und ist wegen dieser Eigenschaft mit geringer Modification in den unteren Sparrentheilen auch zur unmittelbaren Ueberdeckung von Locomotivständen auf Bahnhöfen geeignet. In diesem Falle fällt der äufsere Mauerring fort, indem die Sparren sich unmittelbar auf die Fundamente oder auf die Strebepfeiler aufsetzen, zwischen denen eine Umfassungsmauer mit Fensteröffnungen aufgeführt werden kann, nach welcher hin ein flaches Kegeldach, das durch die beiden nächsten Ringe unter Anwendung von Holzconstruction unterstützt wird, abfällt.

Das Aufziehen der Dachconstruction mittelst einer am oberen Theil der Umfassungsmauer ausgekragten Rüstung und

Ketten und Hebeladen ist bei der Ausführung sämmtlicher Constructionen (mit Ausnahme einiger Fälle, wo die Glocke zum Heben benutzt werden mufste) in der früher angegebenen Weise beibehalten worden, und hat sich practisch bewährt. Nur in der Zusammenstellung der Kuppel auf dem Bassinboden sind je nach der Pfeilhöhe der Construction oder der anderweiten günstigeren Gestaltung des Bassinbodens Modificationen eingetreten.

Die Zusammenstellung der vorliegenden Dachconstruction erfolgte mit Fortlassung des untersten Sparrentheiles, also vom Scheitel bis zum Ringe VI, in nachstehender Weise. Zunächst wurde der Laternenring auf Böcken zusammengesetzt und die Sparren, Ringe und Diagonalen bis zum Ring IV angesetzt und fertig genietet. Dieser mittlere Theil wurde sodann mittelst 16 Hebeladen, wie solche im Jahrgang 1866 dieser Zeitschrift pag. 24 beschrieben worden sind, so weit gehoben, dafs der folgende Theil bis zum Ringe V angesetzt werden konnte; die Hebeladen waren auf Böcken über den Knotenpunkten des Ringes IV aufgestellt. Nachdem der folgende Theil fertig genietet war, wurden 32 Hebeladen auf Böcken über den Knotenpunkten des Ringes V aufgestellt, und das Ganze wiederum so weit gehoben, wie es zum Ansetzen der folgenden Sparrentheile und des Ringes VI nöthig war. Zum Aufziehen des ganzen Daches diente eine Rüstung, welche in Höhe des Hauptgesimses des Gebäudes aufgestellt war, ähnlich der im Jahrgang 1866 pag. 23 beschriebenen Rüstung, und das Hinaufziehen erfolgte mittelst 32 Hebeladen, an deren jeder 3 Arbeiter thätig waren, in der Zeit von $6\frac{1}{2}$ Stunden. Der Mauerring war vorher fertig verlegt und genietet, und die letzten 32 Sparrentheile nebst den Diagonalen zwischen denselben wurden angebracht, während das Dach in den Hebeladen hing.

Das gesammte Eisengewicht der Dachconstruction beträgt rot. 68000^k; bei $54,_{924}{}^m$ Durchmesser des Mauerringes beträgt die überdeckte Horizontalfläche $2369,_7$ □^{m} und das Gewicht der Eisenconstruction $28,_7{}^k$ pro □^{m} Horizontalfläche.

Nachstehende **statische Berechnung** erläutert die Einzelheiten der Construction:

Die Kuppel hat bei einem Durchmesser von $54,_{924}{}^m$ eine Pfeilhöhe von $12,_{240}{}^m$ und ist aus 32 radialen Sparren gebildet, welche durch 7 concentrische polygonale Ringe und durch diagonale Zugstangen verbunden sind. Der Mittelring bildet eine freie Lichtöffnung und trägt eine aus Holz construirte Laterne.

Die umschriebenen Kreise der Polygone der Ringe haben folgende Radien: $3,_{766}{}^m$; $7,_{689}{}^m$; $11,_{613}{}^m$; $15,_{913}{}^m$; $20,_{714}{}^m$; $24,_{951}{}^m$; $27,_{462}{}^m$.

Der Mittelpunktswinkel der Polygonseiten ist $\frac{360}{32} = 11,_{25}{}^0$. Allgemein ist die Länge einer Polygonseite

$$s_n = 2\,r_n \sin\frac{\alpha}{2}$$

und im vorliegenden Falle

$$s_n = 2\,r_n \cdot 0,_{098} = 0,_{196}\,r_n.$$

Demnach für

$$r_1 = 3,_{766} \text{ ist } s_1 = 0,_{738},$$
$$r_2 = 7,_{689} \text{ - } s_2 = 1,_{507},$$
$$r_3 = 11,_{613} \text{ - } s_3 = 2,_{276},$$
$$r_4 = 15,_{913} \text{ - } s_4 = 3,_{119},$$
$$r_5 = 20,_{714} \text{ - } s_5 = 4,_{060},$$
$$r_6 = 24,_{951} \text{ - } s_6 = 4,_{890},$$
$$r_7 = 27,_{462} \text{ - } s_7 = 5,_{383}.$$

Das Profil der Kuppel ist aus der kubischen Parabel von der Gleichung

$$y = 0,_{000058}\,x^3$$

hervorgegangen. Diese Parabel ist modificirt worden, um die unten berechneten Maximalspannungen zu erhalten, und ist dadurch die in der Zeichnung Blatt 32 dargestellte Curve entstanden, welche der Berechnung und Construction zu Grunde gelegt worden ist.

Die Differenzen der Ordinaten sind:

$$\varDelta y_2 = 0,_{439}{}^m;\quad \varDelta y_3 = 0,_{785}{}^m;\quad \varDelta y_4 = 1,_{444}{}^m;$$
$$\varDelta y_5 = 2,_{825}{}^m;\quad \varDelta y_6 = 3,_{640}{}^m;\quad \varDelta y_7 = 3,_{107}{}^m,$$

und die Längen der Sparrentheile, in den Polyederkanten gemessen, ergeben sich hieraus:

$$l_1 = 3,_{947}{}^m;\quad l_2 = 4,_{001}{}^m;\quad l_3 = 4,_{536}{}^m;$$
$$l_4 = 5,_{571}{}^m;\quad l_5 = 5,_{586}{}^m;\quad l_6 = 3,_{995}{}^m.$$

Die Längen der Diagonalen, nach der Formel

$$d_n{}^2 = l_n{}^2 + s_n \cdot s_{n+1} \quad \text{sind:}$$
$$d_2 = 4,_{409};\quad d_3 = 5,_{261};\quad d_4 = 6,_{611};$$
$$d_5 = 7,_{145};\quad d_6 = 6,_{502}.$$

In der obersten Zone zunächst an der Laterne sind die Diagonalen über je 2 Sparrenfelder gelegt; die Längen der Seiten des 16ecks sind $s_1 = 1,_{472}$ und $s_2 = 3,_{004}$ und hieraus ergiebt sich die Länge der Diagonalen $d_1 = 4,_{472}$.

Das Eigengewicht, bestehend aus der Eisenconstruction, und aus Fetten, Schaalung und Pappe, ist zu 70^k, die zufällige Belastung zu 100^k pro □^{m} der Horizontalprojection angenommen, die Maximalbelastung demnach zu 170^k pro □^{m}. Das Gewicht der Laterne ist mit 2000^k in Rechnung gestellt.

Wenn das Eigengewicht durch P, und das Eigengewicht nebst zufälliger Belastung durch Q bezeichnet wird, so sind die innerhalb der einzelnen Ringe wirkenden Lasten folgende:

1) im Laternenring:

$$P_1 = 2000 + 5,_{73}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 9217$$
$$Q_1 = 2000 + 5,_{73}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 19526,$$

2) im 2ten Ring:

$$\Sigma_1^2 P = 2000 + 9,_{65}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 22468$$
$$\Sigma_1^2 Q = 2000 + 9,_{65}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 51708,$$

3) im 3ten Ring:

$$\Sigma_1^3 P = 2000 + 13,_{76}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 43617$$
$$\Sigma_1^3 Q = 2000 + 13,_{76}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 103070,$$

4) im 4ten Ring:

$$\Sigma_1^4 P = 2000 + 18,_{31}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 75690$$
$$\Sigma_1^4 Q = 2000 + 18,_{31}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 180962,$$

5) im 5ten Ring:

$$\Sigma_1^5 P = 2000 + 22,_{83}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 116562$$
$$\Sigma_1^5 Q = 2000 + 22,_{83}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 280222,$$

6) im 6ten Ring:

$$\Sigma_1^6 P = 2000 + 26,_{21}{}^2 \cdot \pi \cdot 70 = 152994$$
$$\Sigma_1^6 Q = 2000 + 26,_{21}{}^2 \cdot \pi \cdot 170 = 368699.$$

Zur speciellen Berechnung der in den einzelnen Constructionstheilen wirkenden Kräfte dienen folgende Formeln, in denen α_n den Neigungswinkel von l_n gegen die Horizontale, D_n den Druck im Sparrenstück, T_n die Spannung im Ringe bedeutet:

$$32\, D_n \sin \alpha_n = \Sigma_1^n Q$$

$$D_n = \frac{1}{32 \cdot \sin \alpha_n} \Sigma_1^n Q$$

$$T_n \max = \frac{\Sigma_1^{n-1} Q \operatorname{cotg} \alpha_{n-1} - (\Sigma_1^{n-1} Q + P) \operatorname{cotg} \alpha_n}{2 \cdot 32 \cdot \sin 5,_{625}{}^0} \text{ Zug,}$$

$$T_n \min = \frac{\Sigma_1^{n-1} P \operatorname{cotg} \alpha_{n-1} - (\Sigma_1^{n-1} P + Q_n) \operatorname{cotg} \alpha_n}{2 \cdot 32 \cdot \sin 5,_{625}{}^0} \text{ Druck.}$$

Nach diesen Formeln ist folgende Tabelle berechnet:

Stellziffern		1	2	3	4	5	6	7
$32\, D_{max} \sin \alpha$	=	19526	51708	103070	180962	280222	368699	
$32\, D_{min} \sin \alpha$	=	9217	22468	43617	75690	116562	152994	
$D_{max} \sin \alpha$	=	610	1616	3221	5655	8757	11522	
$D_{min} \sin \alpha$	=	288	702	1363	2365	3643	4781	
$\operatorname{cotg} \alpha$	=	$8,_{93}$	$5,_{00}$	$2,_{98}$	$1,_{70}$	$1,_{16}$	$0,_{81}$	
$D_{max} \cos \alpha$	=	5447	8080	9599	9614	10158	9333	
$D_{min} \cos \alpha$	=	2572	3510	4062	4021	4226	3873	
$\frac{1}{2 \cdot 32 \cdot \sin 5,_{625}{}^0}$	=	$0,_{16}$	$0,_{16}$	$0,_{16}$	$0,_{16}$	$0,_{16}$	$0,_{16}$	
T_{max}	=	27898 Dr.	1677 Zug	6628	12545	8049	10971	47783 Zug
T_{min}	=	13169 Dr.	19950 Dr.	17228 Dr.	12252 Dr.	11865 Dr.	4939 Dr.	19828 Zug
$\cos \alpha$	=	$0,_{99}$	$0,_{98}$	$0,_{94}$	$0,_{86}$	$0,_{76}$	$0,_{63}$	
D_{max}	=	5502	8245	10212	11179	13366	14814	

Die Sparren haben aufser dem vorstehend ermittelten Druck D noch eine Biegung auszuhalten, welche aus der zufälligen Belastung von 100^k pro $\square^m$ bei schiefer Belastung resultirt.

Zwischen den Ringen VII und VI ist die mittlere Breite eines Feldes $\frac{5,_{383} + 4,_{890}}{2} = 5,_{14}{}^m$ und auf den Meter Sparren kommt demnach eine Last von $5,_{14} \cdot 100 = 514^k$.

Das Biegungsmoment ist

$$M_6 = \frac{Pl}{8} = \frac{514 \cdot 2,_{51} \cdot 251}{8} = 40478^{\,kzm}.$$

Das Widerstandsmoment der Blechplatte des Sparrens, welche in der Mitte 21^{zm} hoch ist, beträgt bei $0,_{65}{}^{zm}$ Stärke

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 21,_{0}{}^2}{6} = 35831^{\,kzm},$$

und für die Gurtungen bleiben daher noch

$$40478 - 35831 = 4647^{\,kzm}.$$

Bei einer Entfernung der Schwerpunkte um 17^{zm} ergiebt sich eine Anstrengung des Materials von $\frac{17}{21} \cdot 750 = 607^k$, und es ist demnach für die Gurtungen ein Querschnitt von $\frac{4647}{17 \cdot 607} = 0,_{45}\,\square^{zm}$ herzustellen, wofür im Unterrahmen wegen der Gleichheit mit den übrigen Theilen 2 Stäbe von $3,_9 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$ Stärke verwendet worden sind.

Die obere Gurtung hat also überhaupt $\frac{14814}{750} + 0,_{45} = 20,_{20}\,\square^{zm}$ Querschnitt nothwendig, wofür 2 Eckeisen von $6,_{55} \cdot 6,_{55} \cdot 1,_0 = 23,_1\,\square^{zm}$ Querschnitt verwendet sind.

Zwischen Ring VI und V ist die mittlere Breite des Feldes $\frac{4,_{890} + 4,_{060}}{2} = 4,_{475}{}^m$, Belastung pro Meter Sparren $= 448^k$, und

$$M_5 = \frac{448 \cdot 4,_{24} \cdot 424}{8} = 100675^{\,kzm}.$$

Für das Sparrenblech von $26 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$ ist

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 26^2}{6} = 54925^{\,kzm},$$

daher durch die Gurtungen zu ersetzen

$100675 - 54925 = 45750^{\,kzm}$. Die Entfernung der Gurtungsschwerpunkte ist $22,_3{}^{zm}$, daher die Material-Anstrengung

$\frac{22,_3}{26} \cdot 750 = 643^k$ pro $\square^{zm}$, demnach der erforderliche Querschnitt der Gurtungen

$\frac{45750}{22,_3 \cdot 643} = 3,_{19}\,\square^{zm}$. Hierfür hat die untere Gurtung 2 Flachstäbe von $3,_9 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$ mit $3,_4\,\square^{zm}$ netto.

Die obere Gurtung hat Querschnitt nothwendig

$\frac{13366}{750} + 3,_{19} = 21,_0\,\square^{zm}$ und ist hergestellt aus 2 Eckeisen von $6,_{55} \cdot 6,_{55} \cdot 1,_0 = 23,_1\,\square^{zm}$ Querschnitt.

Zwischen Ring V und IV ist die mittlere Breite des Feldes $\frac{4,_{060} + 3,_{119}}{2} = 3,_{59}{}^m$; daher Belastung pro Meter Sparren 359^k und

$$M_4 = \frac{359 \cdot 4,_{80} \cdot 480}{8} = 103392^{\,kzm}.$$

Die Blechhöhe ist 26^{zm} bei $0,_{65}{}^{zm}$ Stärke, daher

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 26^2}{6} = 54925^{\,kzm};$$

durch die Gurtungen ist zu beschaffen

$103392 - 54925 = 48467^{\,kzm}$. Die Entfernung der Gurtungsschwerpunkte ist $22,_3{}^{zm}$, daher die Material-Anstrengung 643^k pro $\square^{zm}$, und der erforderliche Querschnitt der Gurtungen

$\frac{48467}{22,_3 \cdot 643} = 3,_{38}\,\square^{zm}$. Die untere Gurtung besteht wie vor aus 2 Flacheisen von $3,_9 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$. Für die obere Gurtung ist Querschnitt nothwendig

$\frac{11179}{750} + 3,_{38} = 14,_{91}\,\square^{zm}$; derselbe ist hergestellt durch 2 Eckeisen von $5,_9 \cdot 5,_9 \cdot 1,_0{}^{zm}$, welche $21,_6\,\square^{zm}$ geben.

Zwischen Ring IV und III ist die mittlere Breite des Feldes $\frac{3,_{119} + 2,_{276}}{2} = 2,_{70}{}^m$ und die Belastung pro Meter Sparren 270^k; daher

$$M_3 = \frac{270 \cdot 4,_{30} \cdot 430}{8} = 62404^{\,kzm}.$$ Die Blechhöhe des Sparrens ist $22,_3{}^{zm}$ und das Widerstandsmoment desselben

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 22,_3{}^2}{6} = 40405$$

und sind demnach $62404 - 40405 = 21999^{\,kzm}$ durch die Gurtungen zu beschaffen. Die Entfernung der Gurtungsschwerpunkte zu $18,_3{}^{zm}$ angenommen, giebt eine Material-Anstrengung von

$\frac{18,_3}{22,_3} \cdot 750 =$ rot. 615^k pro $\square^{zm}$; der erforderliche Gurtungsquerschnitt ist

$$\frac{21999}{18,_3 \cdot 615} = 1,_{95} \square^{zm}.$$

Die untere Gurtung besteht wieder aus 2 Flachstäben von $3,_9 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$ mit $3,_4 \square^{zm}$ netto. Der nöthige Querschnitt für die obere Gurtung ist

$\frac{10212}{750} + 1,_{95} = 15,_{57} \square^{zm}$ und ist durch 2 Eckeisen von $5,_9 \cdot 5,_9 \cdot 0,_8{}^{zm}$ mit $17,_6 \square^{zm}$ hergestellt.

Zwischen Ring III und II ist die mittlere Breite des Feldes $\frac{2,_{276} + 1,_{507}}{2} = 1,_{89}{}^m$ und die Belastung pro Meter Sparren 189^k, daher

$$M_2 = \frac{189 \cdot 3,_{92} \cdot 392}{8} = 36303^{\,kzm}.$$ Die Blechhöhe des Sparrens ist $18,_3{}^{zm}$ bei $0,_{65}{}^{zm}$ Stärke, daher

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 18,_3{}^2}{6} = 27210.$$

Es bleiben also $36303 - 27210 = 9093^{\,kzm}$ durch die Gurtungen zu ersetzen. Der Schwerpunktsabstand der letzteren ist $14,_6{}^{zm}$ und die Material-Anstrengung

$\frac{14,_6}{18,_3} \cdot 750 = 598^k$, daher der nöthige Gurtungsquerschnitt $\frac{9093}{14,_6 \cdot 598} = 1,_{04} \square^{zm}$.

Die Untergurtung besteht wie vor aus 2 Flachstäben von $3,_9 \cdot 0,_{65}{}^{zm}$. Für die obere Gurtung ist nöthig

$\frac{8245}{750} + 1,_{04} = 12,_{03} \square^{zm}$. Dieselbe besteht aus 2 Eckeisen von $5,_9 \cdot 5,_9 \cdot 0,_8 = 17,_6 \square^{zm}$ Querschnitt.

Zwischen Ring II und I ist die mittlere Breite des Feldes $\frac{1,_{507} + 0,_{738}}{2} = 1,_{12}{}^m$ und die Belastung pro Meter Sparren 112^k, daher

$$M_1 = \frac{112 \cdot 3,_{92} \cdot 392}{8} = 21513^{\,kzm}.$$

Die Blechplatte ist 17^{zm} hoch, $0,_{65}{}^{zm}$ stark, daher

$$W = \frac{750 \cdot 0,_{65} \cdot 17^2}{6} = 23481^{\,kzm}.$$

Die Winkeleisen der oberen Gurtung haben $5,_9 \cdot 5,_9 \cdot 0,_8 = 17,_6 \square^{zm}$ Querschnitt, während der von ihnen aufzunehmende Druck nur 5502^k beträgt.

Im Laternenring ist ein Maximaldruck von 27898^k vorhanden. Derselbe ist gebildet aus

einem Eckeisen $7,_{85} \cdot 7,_{85} \cdot 1,_3 = 18,_{72} \square^{zm}$,
einer Platte $18,_3 \cdot 1,_3 = 23,_{79}$ -
zusammen $42,_{51} \square^{zm}$,

während nur $\frac{27898}{750} = 37,_2 \square^{zm}$ nöthig sind.

Die übrigen Ringe haben folgende Querschnitte erhalten:

Ring II. Maximaldruck $= 19950^k$,
ein Eckeisen $7,_{85} \cdot 10,_4 \cdot 1,_3 = 22,_{03} \square^{zm}$.
Ring III. Maximaldruck $= 17228^k$,
ein Eckeisen $7,_{85} \cdot 7,_{85} \cdot 1,_3 = 18,_{72} \square^{zm}$.
Ring IV. Maximalzug $= 12545^k$,
ein Eckeisen $7,_{85} \cdot 7,_{85} \cdot 1,_0 = 14,_{70} \square^{zm}$.
Ring V. Maximaldruck $= 11865^k$,
ein Eckeisen $7,_{85} \cdot 7,_{85} \cdot 1,_0 = 14,_{70} \square^{zm}$.
Ring VI. Maximalzug $= 10971^k$,
ein Eckeisen $6,_{55} \cdot 6,_{55} \cdot 1,_0 = 12,_{10} \square^{zm}$.
Ring VII. Maximalzug $= 47783^k$,
eine Platte $22,_9{}^{zm}$ hoch, $3,_{25}{}^{zm}$ stark
$= (22,_9 - 2,_6)\, 3,_{25} = 66 \square^{zm}$.

Diagonalen. Der Sparrendruck beträgt in maximo 14814^k. Hiervon werden $14814 - \frac{3873}{0,_{63}} =$ rot. 6148^k durch die ungleichmäfsige Belastung erzeugt; im ungünstigsten Falle müfste dieser Druck durch 2 Diagonalen aufgenommen werden, also 3074^k durch eine derselben, und zwar in der Sparrenrichtung.

In der Richtung der Diagonale ergiebt dies eine Kraft von $\frac{7,_{15}}{4,_{24}} \cdot 3074 =$ rot. 5184^k, wofür bei Rundeisen von $2,_6{}^{zm}$ Durchmesser $5,_{31} \square^{zm}$ Querschnitt vorhanden ist. Dieser geringe Querschnitt wird für ausreichend erachtet, weil das Eintreten der Beanspruchung in so hohem Grade nicht wahrscheinlich ist.

Die Diagonalen in der obersten Zone, welche über 2 Sparrenfelder gehen, sind aus Flacheisen von $5,_9 \cdot 1,_0{}^{zm}$ Stärke hergestellt mit $(5,_{90} - 1,_{95})\, 1,_0 = 3,_{95} \square^{zm}$ netto Querschnitt.

Die Gasbehälter-Glocke à télescope ist in den Zeichnungen auf den Blättern 33 u. 34 im Grundrifs, Durchschnitt und den Details dargestellt und giebt $30000\,kb^m$ nutzbaren Gasinhalt. Dieselbe hat im Obertheil $50,_{72}{}^m$, im Untertheil $51,_{60}{}^m$ Durchmesser und in jedem der beiden Theile $7,_{54}{}^m$ Höhe einschliefslich der Tassen. Die Decke des Obertheils ist eine Kugelkalotte mit 4^m Pfeilhöhe und $82,_{39}{}^m$ Kugelradius. Zum Auflager für die Glocke sind in den Bassinboden 48 Granitsteine, deren Oberkante 15^{zm} über dem horizontalen Boden liegt, eingemauert.

Das Gerippe für den Mantel des Obertheils besteht aus 48 Stützen aus I-Eisen, welche unten durch die Tasse, oben durch den Eckring der Decke, und in halber Höhe durch horizontale Riegel aus ⊢⊣-Eisen unter einander verbunden sind. Auf die Aufsenseite der lothrechten Stützen sind Blechstreifen von 30^{zm} Breite und $0,_{65}{}^{zm}$ Stärke genietet, welche unten mit dem Tassenblech, oben mit dem ersten kurzen Blechschufs unter dem Eckring verbunden worden, und mit letzteren zusammen rahmenartige Einfassungen für die 48 Theile des Mantels bilden, welche durch schwache Bleche von 18^k pro $\square^m$ ausgefüllt werden.

Das Gerippe des Untertheils ist in ähnlicher Weise durch 48 Stützen, den untersten horizontalen Ring und die Tasse gebildet. Die schwachen Mantelbleche haben wie im Obertheil 18^k pro □^{m}.

Die Tassen bestehen aus Blechen von $0,_{65}$ ^{cm} Stärke, welche durch Winkeleisenringe mit einander verbunden sind.

Das Gespärre in der Decke des Obertheils besteht aus Sparren und horizontalen Ringen, welche aus Blechrippen mit angenieteten Winkeleisen gebildet sind, und aus Diagonalen, welche aus einfachen Winkeleisen hergestellt sind. Mit Einschlufs des Eckringes sind 8 Ringe vorhanden, und, entsprechend der Theilung der Mäntel, 48 Sparren vom äufseren Rande bis zum Ring II, und in der ersten Zone zunächst an der Scheitelöffnung nur 24 Sparren. Die Sparren sind durch starke Dreiecksverbindungen an die lothrechten Stützen des Mantels angeschlossen. Die vertikalen Blechplatten der Sparren werden in allen Knotenpunkten gestofsen, während die Winkeleisen auf die ganze Sparrenlänge nur 3 Stöfse erhalten, welche gegen einander und gegen die Knotenpunkte versetzt werden. Die Ringe Nr. VII bis Nr. III werden in allen Knotenpunkten gestofsen; der Ring II erhält in seiner Blechplatte und in dem inneren Winkeleisen 24, im äufseren Winkeleisen 48 Stöfse; der Ring I wird aus 3 Theilen zusammengenietet.

Die Bleche des ersten Stofses am Eckring VIII, und diejenigen des letzten Stofses an der Scheitelöffnung erhalten $0,_{65}$ ^{cm} Stärke, die beiden zunächst folgenden Stöfse $0,_5$ ^{cm} Stärke; alle Bleche der zwischenliegenden Decke erhalten 20^k pro □^{m} und werden mit radialen und concentrischen Fugen genietet.

Die Scheitelöffnung mit $1,_{56}$ ^{m} Durchmesser, und 2 Mannlöcher von $1,_{20}$ ^{m} Durchmesser lothrecht über dem Eingangs- und dem Ausgangsrohr werden durch aufgeschraubte Blechplatten geschlossen, nachdem das Montiren der Glocke beendigt und alle Rüstungshölzer durch diese Oeffnungen herausgeschafft sind.

Beide Theile der Glocke erhalten Führungen an 16 Stellen des Umfanges; die Rollen am oberen Rande des Obertheils und des Untertheils, welche gegen die an den 16 Pfeilern des Gebäudes befestigten Eisenbahnschienen laufen, erhalten Flantschen; die 16 Rollen am unteren Rande des Untertheils, und diejenigen auf der Tasse desselben, an denen die Wandung des Obertheils läuft, erhalten Walzenform. Die Lager der Rollen sind in radialer Richtung um 3^{cm} verstellbar.

Die Nietlöcher in allen Constructionstheilen der Glocke, mit Ausnahme der schwachen Mantel- und Deckenbleche, werden gebohrt; die Löcher in den schwachen Blechen werden gedrückt, und die Fugen in denselben kalt genietet, nachdem ein mit dünner Mennigfarbe getränktes Band zwischen die Bleche gelegt ist.

Das Gewicht der Glocke soll betragen:

Obertheil	. . .	225300^k,
Untertheil	. . .	62400 -
zusammen	.	287700^k.

Falls dieses Gewicht nicht ganz erreicht wird, so wird der fehlende Rest durch gufseiserne Belastungsgewichte hergestellt, welche an den unteren Enden der lothrechten Rippen des Obertheils, zunächst der Tasse, befestigt werden.

Das Gewicht des Wassers in der Tasse bei ausgehobenem Untertheil ist auf 19000^k anzunehmen.

Der Druck, welchen die Glocke geben wird, wird betragen: bei ganz ausgehobenem Obertheil, kurz vor dem Ansenken, 105^{mm} Wassersäule und bei der höchsten Stellung des Untertheils 135^{mm} Wassersäule; das specifische Gewicht des Gases ist hierbei mit $0,_{45}$ angerechnet.

Für die Berechnung der Glockendecke sind folgende Abmessungen zu erwähnen:

Zwischen dem kleinsten Ringe, der $1,_{27}$ ^{m} Radius hat, und dem Eckringe von $25,_{39}$ ^{m} Radius sind 6 Ringe so eingelegt, dafs die freien Längen der Sparren resp. 4^m, $3,_{81}$ ^{m}, $3,_{73}$ ^{m}, $3,_{45}$ ^{m}, $3,_{18}$ ^{m}, $2,_{89}$ ^{m}, $3,_{44}$ ^{m} betragen. Die zwischen den Sparren liegenden Ringtheile nehmen zu in ihrer Länge bis auf $3,_{33}$ ^{m} am Eckringe, und die Diagonalen sind circa 4^m lang.

Die Kuppeldecke ist auf Druck von aufsen und auf Druck von innen zu berechnen.

Die Kräfte, die den Druck von aufsen erzeugen, sind: das Eigengewicht des Gespärres und der Blechdecke, mit Ausschlufs des Eckringes Nr. VIII, pro □^{m} Horizontalprojection 56^k, und die zufällige Belastung, welche bei der Montage durch Rüstbretter etc., event. auch durch Menschen entstehen kann, die auf 10^k pro □^{m} angenommen wird, zusammen 66^k.

Der Druck von innen entsteht durch den Maximal-Gasdruck, der bei ganz ausgehobener Glocke 135^{mm} Wassersäule $= 135^k$ pro □^{m} Horizontalprojection beträgt.

Bei der geringen Pfeilhöhe der Decke vereinfacht sich die angenäherte Rechnung dadurch, dafs man anstatt der Kugelcalotte ein Paraboloid mit $82,_4$ ^{m} Scheitelradius annehmen kann. Eine solche paraboloidische Fläche hat nach allen Richtungen gleiche Spannung, wie in der genannten Mittheilung in der Zeitschrift für Bauwesen vom Jahrgange 1866 nachgewiesen ist, und ist diese Spannung, wenn das Gewicht pro □^{m} q ist und der Radius R, pro lfd. Meter $\frac{qR}{2}$.

Aus diesem Werthe ergeben sich sowohl die Zugspannungen in der Blechdecke für Druck nach aufsen, als auch die Druckspannungen in dem gegliederten System für Kräfte von aufsen nach innen. Den Sparrendruck erhält man, wenn man $\frac{qR}{2}$ mit der Länge der anschliefsenden Polygonseite s_n des betreffenden Ringes multiplicirt, und ebenso erhält man den Druck in einem Mittelringe, wenn man den Werth $\frac{qR}{2}$ mit der Länge der anschliefsenden Polygonseite des betreffenden Sparrens l_n multiplicirt. Es ist passend, die Sparren und Ringe alle gleich zu construiren und den Spannungsermittelungen die Längen am Eckringe $l = 3,_{44}$ und $s = 3,_{33}$ zu Grunde zu legen. Die Spannungen im Eckringe erhält man, wenn man den Werth $\frac{qR}{2}$ mit dem Radius des Glockencylinders r multiplicirt.

Hiernach ergiebt sich:

die Spannung im Blech $k\delta = \frac{82,_4}{2} q = 41,_2 q$,

die Spannung im Sparren $D = 3,_{33} \frac{82,_4}{2} q = 137,_3 q$,

die Spannung in den Mittelringen $T = 3,_{44} \frac{82,_4}{2} q = 141,_7 q$,

die Spannung im Eckringe $T_7 = 25 \frac{82,_4}{2} q = 1030 q$.

Von dem Gewicht der Kuppel, welches oben mit 56^k pro □^{m} Horizontalprojection angegeben worden ist, kommen
auf das Gespärre . . . 36^k pro □^{m},
auf die Blechdecke . . 20^k - -

Die Blechdecke wird nur mit dem Eckring VIII durch Nietung verbunden, und liegt im Uebrigen lose auf dem Gespärre; wenn daher die Glocke mit Gas gefüllt ist, so hat das Gespärre nur sein Eigengewicht zu tragen, während der durch die Blechcalotte ausgeübte Zug lediglich durch den Eckring VIII aufgenommen wird. Das Gespärre, mit Ausnahme des Eckringes VIII, wird demnach jetzt den Eckring in Zug versetzen, die Blechcalotte dagegen in Druck.

Die Beanspruchung k des Bleches der Decke ergiebt sich aus der vorstehenden Gleichung $k\delta = 41 \cdot 2q$.

Der Gasdruck bei ganz ausgehobener Glocke beträgt pro □^{m} Horizontalprojection . . . . . . 135^k
in Abzug kommt das Gewicht der Blechdecke 20 -
es bleiben wirksam pro □^{m} . 115^k = q.

Es ist daher $k\delta = 4738^k$.

Die zulässige Beanspruchung des Bleches von der Stärke δ in ^{zm} beträgt auf 1^m Länge, wenn der halbe Querschnitt auf die Nietlöcher abgerechnet wird,

$$\frac{100}{2} \cdot \delta \cdot 750 = 37500^k,$$

so dafs die erforderliche Blechstärke

$$\delta = \frac{4738}{37500} = 0,_{127}{}^{zm} = 1,_{27}{}^{mm}$$

sein würde, während aus practischen Gründen zu der ganzen Decke Blech von 20^k pro □^{m} oder von 2,$_6$^{mm} Stärke verwendet wird. Der erste Blechstofs am Eckring und der letzte an der Scheitelöffnung, welche an die stärkeren Constructionstheile anschliefsen, erhalten der Nietungen wegen gröfsere Stärke. Es ist aufserdem zu bemerken, dafs in der Nähe des gedrückten Eckringes die Kugelcalotte nach der Tangente nicht in Zug versetzt sein kann, sondern ebenfalls gedrückt sein mufs. Dieser Druck nimmt jedoch durch die stärkere Ausbiegung nach oben schnell ab, und tritt in einiger Entfernung Zug ein. Auch wegen dieses Umstandes ist es angezeigt, in der Nähe des Eckringes die Deckenbleche stärker zu nehmen.

Der aus der Spannung der Blechdecke resultirende Druck im Eckring T_8 ist nach obiger Formel $115 \cdot 1030 = 118450^k$. Davon ab der Zug aus dem Eigengewicht des Gespärres mit $36 \cdot 1030 = 37080^k$ und es bleibt demnach ein Druck von 81370^k, welcher einen Netto-Querschnitt von

$$\frac{81370}{750} = \text{rot. } 109 \,\square^{zm} \text{ erfordert.}$$

Der auf den lothrechten Mantel wirkende Gasdruck bewirkt aufserdem noch im Eckring eine Zugspannung, welche hier vernachlässigt worden ist.

Der Gasdruck von innen hat im Gespärre der Decke nur eine vermehrte Beanspruchung des Eckringes allein zur Folge, da die übrigen Ringe und Sparren, wenn der Eckring durch Druck sich verkürzt, sich frei heben können, und deren Spannungen daher nur aus dem Eigengewicht abzuleiten sind.

Die erforderlichen Querschnitte der Sparren und Ringe des Gespärres sind aus der Maximalbelastung $q = 66^k$ abzuleiten. Es ergiebt sich:

$$D = 137,_3 \cdot 66 = 9062^k$$
$$T = 141,_7 \cdot 66 = 9352^k$$

und bei einer Anstrengung des Eisens von 750^k pro □^{zm} erhält man die Querschnitte zu 12 □^{zm} und 12,$_4$ □^{zm}.

Die Sparren erhalten durchgehends gleichen Querschnitt und bestehen aus einer lothrechten Mittelplatte von 0,$_{65}$^{zm} Stärke, welche in der Mitte 17,$_0$^{zm}, und in medio 15,$_7$^{zm} hoch ist, mit 2 angenieteten Winkeleisen von $6,_5 \cdot 6,_5 \cdot 0,_{65}$; die beiden Winkeleisen geben Querschnitt = 16,$_0$ □^{zm},
in Abzug 2 Nietlöcher $2 \cdot 1,_6 \cdot 0,_{65}$ = 2,$_1$ -
bleiben netto 13,$_9$ □^{zm},
während in max. 12 □^{zm} erforderlich sind.

Die vertikale Platte von 17^{zm} Höhe und 0,$_{65}$^{zm} Stärke vermittelt durch ihren Widerstand gegen Biegung die Uebertragung des Eigengewichts und der Flächenbelastung auf die Knotenpunkte des Systems. Das Widerstandsmoment ist

$$\frac{0,_{65} \cdot 17^2}{6} 750 = 23475^{kzm},$$

das Biegungsmoment bei einer Belastung p pro □^{m}

$$\frac{3 \cdot p \cdot 3,_4{}^2 \cdot 100}{8} = p \cdot 433^{kzm},$$

die Gleichsetzung beider ergiebt $p = 56^k$, eine Last, die zutreffend ist, da das Eigengewicht der Ringe und Diagonalen hier nicht in Rechnung kommt.

Für die Inanspruchnahme auf Zerknicken wird noch die Formel $D = \frac{10 EJ}{l^2}$ zu vergleichen sein, wonach $J = \frac{Dl^2}{10 E}$ erforderlich ist; die gröfste Anstrengung findet wieder in l_7 statt, für welchen Theil $J = 49,_9$ nöthig ist. Das Trägheitsmoment der beiden Winkeleisen für die vertikale Schwerpunktsachse ist $\frac{13^3 \cdot 0,_{65}}{12} = 122$ und demnach ausreichend.

Für die Ringe II bis VII ist der gröfste erforderliche Querschnitt auf Druck = 12,$_4$ □^{zm}; die Inanspruchnahme auf Biegung ist geringer, als in den Sparren, und die Beanspruchung auf Knicken ist ebenfalls geringer, als in den Sparren. Die Ringe erhalten denselben Querschnitt wie die Sparren, und sind demnach überall ausreichend stark.

Der mittlere Ring I wird aus practischen Gründen aus einer lothrechten Platte von $15,_7 \cdot 1,_3$ mit einem Winkeleisen von $7,_{85} \cdot 7,_{85} \cdot 1,_3$ zusammengenietet. Derselbe hat 39 □^{zm} Querschnitt und ist seine Stärke daher unzweifelhaft ausreichend.

Ring VIII ist genietet aus
einer vertikalen Platte $39 \cdot 1,_3$ = ... 50,$_7$ □^{zm}
einer horizontalen Platte $26 \cdot 1,_0$ = ... 26,$_0$ -
2 Winkeleisen à $11,_8 \cdot 11,_8 \cdot 1,_3$ = ... 58,$_0$ -
zusammen . 134,$_7$ □^{zm}
in Abzug kommen eventuell Nietlöcher
$4 \cdot 1,_3 \cdot 2,_0 + 1 \cdot 1,_3 \cdot 1,_0 + 1 \cdot 1,_0 \cdot 1,_0 = 13,_7$ □^{zm}
bleiben netto . 121,$_0$ □^{zm}
während derselbe 109 □^{zm} erforderte.

Die Diagonalen, welche der Verschieblichkeit des Gespärres bei ungleichförmiger Belastung entgegenwirken, sind

gleichfalls auf Druck bemessen. Ihre Anstrengung könnte etwa ermittelt werden aus der Differenz der gröfsten und kleinsten Druckspannung in Sparren, die $10 \cdot 137{,}_3 = 1373^k$ beträgt und gleich der radialen Resultante zweier Diagonalen gesetzt werden kann. Es giebt dies einen Druck oder Zug von etwa 900^k, wofür ein Querschnitt von etwa $1{,}_2 \square^{zm}$ erforderlich wäre. Das gewählte Winkeleisen von $7{,}_8 \cdot 6{,}_5 \cdot 1{,}_0$ hat einen Querschnitt von $14{,}_3 \square^{zm}$ und ein kleinstes Trägheitsmoment $J = 16$, welches umsomehr als ausreichend angesehen wird, als eine sehr ungleichmäfsige Belastung der Decke nicht wahrscheinlich ist.

Die Mäntel des Ober- und Untertheils der Glocke haben, entsprechend der Sparrentheilung, je 48 lothrechte Stützen aus I-Eisen, an deren Aufsenseite Blechstreifen von $0{,}_{65}{}^{zm}$ Stärke und 30 resp. 20^{zm} Breite angenietet sind, welche letztere hier nicht in Rechnung gezogen werden.

Je nach der Stellung der Glocke ist die Beanspruchung der Stützen verschieden; die in Betracht kommenden Gewichte sind folgende:

Obertheil.	Gespärre und Blechdecke	= 113000^k,
	Mantel excl. Tasse . .	= 88000 -
	Tasse	= 24300 -
	zusammen	225300^k.
Untertheil.	Mantel und Tasse excl. der untersten starken Ringe	= 56000^k,
	die untersten Ringe .	= 6400 -
	zusammen	62400^k,

Wasser in der Tasse bei angehängtem Untertheil = 19000^k,
zufällige Belastung der Decke . . . . = 20000^k.

Die verschiedenen vorkommenden Fälle sind folgende:

1) Das Obertheil und Untertheil stehen auf dem Bassinboden. — Die Stützen des Obertheils sind belastet durch $113000 + 88000 + 20000 = 221000^k$ Druck; die Stützen des Untertheils durch 56000^k Druck.

2) Das Obertheil schwimmt, das Untertheil steht auf dem Bassinboden. — Die Stützen des Obertheils haben in max. das Gewicht der Tasse = 24300^k und das Gewicht des Mantels = 88000^k, zusammen 112300^k zu tragen.

3) Das Untertheil hat angehängt. — Die Stützen des Obertheils tragen in max. den Mantel, die Tasse nebst dem Wasser in derselben und das ganze Untertheil $= 88000 + 24300 + 19000 + 62400 = 193700^k$ Zug. An den Stützen des Untertheils hängt der Mantel und der unterste Ring excl. Tasse, zusammen erheblich weniger als 56000^k.

Der Gewichtsverlust des Eisens im Wasser ist in vorstehenden Angaben vernachlässigt worden. Die stärkste Beanspruchung der 48 Stützen ist demnach

im Obertheil = 221000^k Druck,
im Untertheil = 56000^k Druck, und die erforderlichen Querschnitte für diese Druckbeanspruchung sind

$$\frac{221000}{48 \cdot 750} = 6{,}_{11} \square^{zm} \text{ im Obertheil,}$$

$$\frac{56000}{48 \cdot 750} = 1{,}_6 \square^{zm} \text{ im Untertheil.}$$

Zu den Stützen des Obertheils wird ein Profil verwendet, welches ein Trägheitsmoment $J = 1480$ hat; dieselben müssen aufser der erwähnten Belastung Widerstand gegen seitliche Einbiegung gewähren, wenn die Glocke beim Auf- oder Niedergehen sich einseitig gegen die Führungsrollen auf dem Untertheil andrückt. Der im Mantel liegende 30^{zm} starke Blechstreifen dient noch zur Verstärkung der Stützen und aufserdem werden dieselben in halber Höhe durch horizontale Riegel, welche innerhalb des Mantels ein Polygon bilden, mit einander verbunden.

Zu den Stützen des Untertheils wird ein Profil verwendet, dessen Trägheitsmoment nur 550 ist, da diese Stützen bei der Führung der Glocke nicht auf Biegung in Anspruch genommen werden.

Das in der Anstalt an der Gitschinerstrafse fabricirte Gas wird der Filial-Anstalt an der Fichtestrafse durch 2 Röhren von 760^{mm} Durchmesser zugeführt werden, von denen zunächst das eine gelegt wird. Die Hähne für diese Röhren, sowie für die Eingangs- und Ausgangsröhren des jetzt erbauten und der noch projectirten Gasbehälter, und diejenigen für die Gasabgabe in das Strafsenrohrnetz stehen in einem an der Fichtestrafse erbauten Hause. Das in den Gasbehältern an der Fichtestrafse aufgespeicherte Gas wird von hier theils direct in das Strafsenrohrnetz abgegeben, theils durch die 2 Ueberfüllröhren in die Anstalt an der Gitschinerstrafse zurück und dort in das Strafsenrohrnetz geleitet werden.

Die Kosten des Gasbehälters sind die folgenden:

Bassin- und Futtermauer.	
1) Erdarbeiten nebst Anfuhr der fehlenden Erde	20700 Mark,
2) Maurerarbeiten, Maurermaterialien und Steinmetzarbeiten	315000 -
Gebäude.	
3) Maurerarbeiten und Maurermaterial .	107000 -
4) Eiserne Dachconstruction, nebst Beschaffung von 32 Hebeladen und Löhne für das Hinaufziehen des Daches . .	35900 -
5) Zimmerarbeiten nebst Vorleihung der Rüstung zum Aufziehen des Daches .	32000 -
6) Klempner- und Pappdeck-Arbeiten .	7100 -
7) Schlosser-, Schmiede-, Eisengufs-Arbeiten	11300 -
8) Glaser- und Anstreicher-Arbeiten . .	1800 -
9) Ein- und Ausgangsrohr	10000 -
zusammen .	540800 Mark.
Dazu die Glocke.	
1) Eisenarbeiten . . 145000 M.	
2) Anstrich der Glocke 7800 -	
	152800 -
Totalsumme . .	693600 Mark.

Die Entwürfe zu dem Gasbehälter-Bassin, dem Gebäude mit der Dachconstruction und der Glocke sind nach Angaben des Geheimen Ober-Bauraths J. W. Schwedler gefertigt; die Ausführung des Baues ist durch den technischen Dirigenten der Gasanstalten, Baumeister Reifsner, bewirkt worden.

Eisenbahnbrücke über die Weichsel bei Thorn.

(Schlufs. Mit Zeichnungen auf Blatt 35 bis 42 im Atlas und auf Blatt D im Text.)

IV. Der eiserne Ueberbau.

Sämmtliche Oeffnungen der Fluthbrücke wie der Strombrücke*) sind mit schmiedeeisernen Brückenträgern überspannt. Die Höhenlage dieser Brückenträger ist in der Weise bemessen, dafs die Unterkante der Eisenconstruction des Oberbaues am tiefsten Punkte der Fluthbrücke ca. 2^{m} über dem (im Jahre 1570) beobachteten höchsten Wasserstande liegt. Für die Bestimmung der Breite der Brücke im Ober- und Unterbau war die von den betreffenden Behörden im allgemeinen Verkehrsinteresse gestellte Anforderung maafsgebend, dafs die Brücke auch für den Landverkehr nutzbar gemacht werden müsse, indem man von der inzwischen auch durch die Erfahrung bestätigten Ansicht ausging, dafs die unterhalb gegenüber der Stadt Thorn belegene Holzbrücke den schweren Eisgängen der Weichsel auf die Dauer nicht zu widerstehen vermöge.

Da die Thorn-Insterburger Eisenbahn zunächst nur für ein Eisenbahngeleis herzustellen, und anzunehmen war, dafs das zweite Geleis noch für geraume Zeit entbehrlich, und selbst bei der demnächstigen Herstellung des Letzteren dem Bedürfnisse des Eisenbahnverkehrs durch eine Verschlingung der beiden Geleise auf der Brücke für längere Zeit zu genügen sein dürfte, so entschied man sich, die Breite der Brücke, abgesehen von den beiden aufserhalb der Haupt-Tragwände anzubringenden $1,_{57}{}^{m}$ breiten Fufswegen, so reichlich zu bemessen, dafs die Brücke für den Landverkehr nicht blos in den durch die Eisenbahnzüge gegebenen Zwischenpausen, sondern auch unabhängig vom Eisenbahnverkehr benutzt werden könne.

Hiernach wurde die Breite der Brücke von Mitte zu Mitte der Hauptträger auf $11,_{54}{}^{m}$ festgesetzt, wovon $6,_{28}{}^{m}$ auf die Fahrbahn für den Landverkehr, $4,_{24}{}^{m}$ auf die verschlungenen Eisenbahngeleise, $2 \times 0,_{43}{}^{m} = 0,_{86}{}^{m}$ auf die beiden halben Hauptträger-Stärken, und $0,_{16}{}^{m}$ auf ein eisernes Gitter zwischen den beiden Fahrbahnen für den Land- und Eisenbahn-Verkehr entfallen.

Der eiserne Ueberbau über die 11 Fluthbrückenöffnungen von $34,_{52}{}^{m}$ und 1 Oeffnung von $44,_{9}{}^{m}$ lichter Weite bietet wenig Bemerkenswerthes. Derselbe besteht aus zwei einfachen, als Fachwerksträger ausgebildeten Hauptträgern mit Quer- und Schwellenträgern, wie aus Blatt 36 ersichtlich ist. Im Folgenden soll daher nur der eiserne Ueberbau über die 5 Oeffnungen der Strombrücke von $94,_{16}{}^{m}$ lichter Weite behandelt werden.

Der eiserne Ueberbau dieser Brückenöffnungen besteht, wie aus Blatt 35 ersichtlich, aus zwei $11,_{54}{}^{m}$ von Mitte zu Mitte auseinander liegenden Haupttragesystemen von $97,_{29}{}^{m}$ Länge von Mitte zu Mitte Auflager, und von $14,_{12}{}^{m}$ Höhe in der Mitte zwischen den Schwerpunkten der Gurtungen gemessen.

Die zwischen den Hauptträgern in den Knotenpunkten der unteren Gurtung eingespannten Querträger nehmen sechs parallele Reihen Schwellenträger in gleichen Abständen von $1,_{65}{}^{m}$ zwischen sich auf, welche zur Unterstützung der hölzernen Querschwellen für das Eisenbahngeleise und der eisernen Quer- und Längsträger zur Aufnahme der Fahrbahn für die Landfuhrwerke dienen.

In den Knotenpunkten sind aufserhalb der Hauptträger kurze Consolträger, als Fortsetzung der Querträger, an die Hauptträger angeschlossen, welche an ihrer Stirn auf jeder Seite der Brücke je einen Schwellenträger von ⊏-förmigem Querschnitte zur Unterstützung der eisernen Querschwellen für den Fufsgängerweg aufnehmen.

Um ein seitliches Ausweichen der Gurtungen zu verhindern, sind in der oberen Gurtung sämmtliche correspondirende Knotenpunkte beider Hauptträger durch Querverbindungen gegen einander abgesteift. Damit diese Querverbindungen entsprechend steif gegen Ausknicken sind, werden dieselben untereinander durch zwei Längsverstrebungen, parallel zu den Hauptträgern, verbunden.

Die seitliche Belastung des Brückenträgers durch Winddruck ist sowohl in der oberen wie unteren Gurtung durch je ein doppeltes System von Horizontalgitterstäben auf die Enden des Brückenkörpers übertragen.

A. Die Hauptträger.

Die Hauptträger sind als Gitterträger mit zweifachem Diagonalsystem construirt. Die untere Gurtung ist geradlinig horizontal, die obere Gurtung als ein in eine Ellipse eingeschriebenes Polygon hergestellt worden.

Die Constructionslinie der oberen Gurtung fällt mit ihrer Schwerlinie zusammen, die der unteren Gurtung liegt $0,_{29}{}^{m}$ über der untersten geradlinigen Kante der Gurtung. Die Diagonalen sind so angeordnet, dafs sie nur Zugspannungen übertragen können. In den mittleren Feldern, in welchen bei einseitiger Belastung der Brücke die Diagonalen zeitweise Druck erhalten würden, sind Gegendiagonalen eingesetzt, welche die Pressung der Hauptdiagonalen aufheben und als Zugspannung übertragen.

Um die Zahl der ungleichartigen Constructionstheile (Quer- und Schwellenträger) möglichst gering zu machen, und um in den Gurtungen annähernd gleichartig construirte Stöfse zu bekommen, sind sämmtliche Brückenfelder bis auf die 4 Endfelder gleich lang $= 18'$*) ($5,_{65}{}^{m}$) gemacht worden, so dafs je ein Träger enthält:

14 Felder	à 18′	Länge	= 252′ ($79,_{09}{}^{m}$),
2 -	à 15′	-	= 30′ ($9,_{41}{}^{m}$),
2 -	à 14′	-	= 28′ ($8,_{79}{}^{m}$),
18 Felder			310′ ($97,_{29}{}^{m}$).

Die ideelle Höhe der Hauptträger ist in der Mitte (vgl. Fig. 1 auf Blatt D im Text) $= 45'$ ($14,_{12}{}^{m}$), an den Enden $= 20'$ ($6,_{28}{}^{m}$).

Aus der Gleichung der Ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

*) Auf Seite 35, Zeile 5 von unten, ist irrthümlich die Länge der ganzen Brücke von Stirn zu Stirn der beiden Landpfeiler zu 1272^{m} angegeben; das richtige Maafs dafür ist 972^{m}.

*) Die Berechnung des eisernen Oberbaues der Brücke war s. Z. nach altem Preufsischen Maafs ausgeführt, — dasselbe ist hier theilweise beibehalten, jedoch sind alle wichtigeren Maafsbestimmungen in Metermaafs beigefügt.

worin für $x = 0$, $y_0 = b = 45'$ und für $x_1 = 155'$, $y_1 = 20'$ zu setzen ist, ergiebt sich zunächst

$$a^2 = \frac{x^2}{1 - \frac{y^2}{b^2}}, \text{ also}$$

$$a = 173_{,01}' = 173' \text{ rund}$$

und es ergeben sich aus dieser Gleichung durch Substitution dieses Werthes für a die der Feldertheilung entsprechenden Ordinaten, wie sie in Fig. 2 auf Bl. D als Längen der Vertikalen eingetragen sind.

Das Eigengewicht ist nach der Formel taxirt

$520 + 4_{,1}\, l = \ldots\ldots\ldots$ 18 Ctr. rot.
Belag, Schienen etc. $= \ldots\ldots$ $4_{,5}$ - -

Summa pro lfd. Fuſs Hauptträger $=$ $22_{,5}$ Ctr.

Die mobile Belastung pro lfd. Fuſs Hauptträger ist angenommen in Summa zu $22_{,5}$ Ctr., pro lfd. Meter Hauptträger $= 3584_{,25}$ Kilo.

Hiernach ermittelten sich die Belastungen der einzelnen Knotenpunkte, wie sie in Fig. 2 (Blatt D) eingetragen sind.

Um den Anschluſs der zusammenfallenden Diagonalen in der Ecke zwischen Endvertikalen und oberer Gurtung zweckmäſsiger an letztere bewirken zu können, sind in der oberen Gurtung vom dritten Knotenpunkte an die beiden Systeme nicht vereinigt, sondern getrennt bis zum 1. resp. 19. Knotenpunkte über den Auflagern geführt. Dadurch ändern sich die in Fig. 2 gegebenen Verhältnisse der Constructionslinie, welche der Grundform des Hauptträgers entsprechen, in der in Fig. 3 (Bl. D) angegebenen Weise.

Durch Zerlegung dieser Figur in zwei einfache Systeme erhält man die beiden in Fig. 4 und Fig. 5 auf Bl. D verzeichneten Figuren, in welche zur Ermittelung der Inanspruchnahme der oberen Gurtung die durch Rechnung bestimmten Hebelarme der Pressungen in dieser Gurtung eingetragen sind.

Aus den Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht der äuſseren und inneren angreifenden Kräfte ergeben sich die Inanspruchnahmen der Gurtungen in beiden Systemen zu:

I. System. II. System.

Obere Gurtung.

I. System	II. System
$\frac{x_1 + x_2}{2} = -3119$ Ctr.	$\frac{x_1}{2} = -2219$ Ctr.
$\frac{x_3 + x_4}{2} = -4755$ -	$\frac{x_2 + x_3}{2} = -4271$ -
$\frac{x_5 + x_6}{2} = -5595$ -	$\frac{x_4 + x_5}{2} = -5338$ -
$\frac{x_7 + x_8}{2} = -5982$ -	$\frac{x_6 + x_7}{2} = -5909$ -
$\frac{x_9 + x_9}{2} = -5966$ -	$\frac{x_8 + x_9}{2} = -6218$ -

Untere Gurtung.

I. System	II. System
$\frac{z_1 + z_2}{2} = 0$	$\frac{z_1}{2} = 0$
$\frac{z_3 + z_4}{2} = +2984$ Ctr.	$\frac{z_2 + z_3}{2} = +1996$ Ctr.
$\frac{z_5 + z_6}{2} = +4662$ -	$\frac{z_4 + z_5}{2} = +4068$ -
$\frac{z_7 + z_8}{2} = +5563$ -	$\frac{z_6 + z_7}{2} = +5262$ -
$\frac{z_9 + z_9}{2} = +5966$ -	$\frac{z_8 + z_9}{2} = +5887$ -

Aus der folgenden Zusammenstellung der Inanspruchnahmen beider Systeme, die äuſserste Faserspannung pro □Zoll $k = 10000$ Pf. angenommen, gehen die Querschnitte der einzelnen Gurtungen hervor. (Siehe Fig. 2.)

Obere Gurtung.

Pressung in Centnern.	Voller erforderlicher Querschnitt in □ Zollen.	Zuwachs in □ Zollen.
$x_1^{I} = \ldots\ldots\ldots - 3119$	31	
$x_1^{II} = \ldots\ldots\ldots - 2119$	22	
$x_2^{I} = \ldots\ldots\ldots - 3119$	31	−21
$x_2^{II} = \ldots\ldots\ldots - 4271$	43	
$x_3 = -(4755 + 4271) = -9026$	90	−16
$x_4 = -(5338 + 4755) = -10093$	101	−11
$x_5 = -(5595 + 5338) = -10933$	109	− 8
$x_6 = -(5909 + 5595) = -11504$	115	− 6
$x_7 = -(5982 + 5909) = -11891$	119	− 4
$x_8 = -(6218 + 5982) = -12200$	122	− 3
$x_9 = -(5966 + 6218) = -12184$	122	− 0

Untere Gurtung.

Spannung in Centnern.	Nutzbarer erforderlicher Querschnitt in □ Zollen.	Zuwachs in □ Zollen.
$z_1 = 0$	0	
$z_2 = 0 + 1996 = 1996$	20	−20
$z_3 = 2984 + 1996 = 4980$	50	−30
$z_4 = 4068 + 2984 = 7052$	71	−21
$z_5 = 4662 + 4068 = 8730$	87	−16
$z_6 = 5262 + 4662 = 9924$	99	−12
$z_7 = 5563 + 5262 = 10825$	108	− 9
$z_8 = 5887 + 5563 = 11450$	115	− 7
$z_9 = 5966 + 5887 = 11853$	119	− 4

Die Gurtungen bestehen, wie aus Blatt 38 — 42 ersichtlich, aus zwei vollständig gleichartig zusammengesetzten Einzelgurtungen, welche in einem Abstande von 22″ (58^{cm}) zwischen ihren Mittellinien durch horizontale Verbandstücke gehalten und zu einem homogenen Gesammtquerschnitt verbunden sind.

Die einzelnen Theile, welche die Gurtungen bilden, sind theils constante, welche unverändert über die ganze Länge sich erstrecken, theils variable, welche den Zuwachs an Querschnitt, wie solcher durch die wachsende Inanspruchnahme bedingt wird, liefern.

Die obere Gurtung.

Im 1ten und 2ten resp. 17ten und 18ten Felde besteht jedes der beiden Systeme aus 8 Winkeleisen, von denen je 4 Stück durch eine vertikale Vergitterung, welche in dem 1″ breiten Spielraum zwischen den vertikalen Schenkeln angebracht ist, untereinander verbunden sind. Die so hergestellten beiden Einzelgurtungen sind durch eine horizontale Vergitterung, beim I. System zwischen den Unterkanten, beim II. System zwischen den Oberkanten derselben zu einer Gesammtgurtung vereinigt.

Im 3. und 17. Knotenpunkte vereinigen sich die beiden Gurtungs-Systeme, deren Mitten $11\frac{1}{2}$″ (30^{cm}) auseinander liegen, derart, daſs von jeder Einzelgurtung 2 Winkeleisen, welche in der Skizze Fig. 6 auf Bl. D schraffirt sind, als constante Theile in den vereinigten Gurtungsquerschnitt übergeführt werden, während die übrigen 8, in der Skizze nicht

schraffirten Winkeleisen nur soweit reichen, als ihr vollständiger Anschlufs an die, von hier ab als constante Theile auftretenden Vertikalplatten erfordert.

Die Stofsdeckung ist bei sämmtlichen Knotenpunkten im Princip gleich, und nur in den Abmessungen verschieden. In jedem Knotenpunkte sind sämmtliche Gurtungselemente gestofsen und zwar die 22" (58^{zm}) hohen Vertikalplatten zwischen den Winkeleisen in der Halbirungslinie des Polygonwinkels durch beiderseits aufgelegte Deckplatten à 13^{mm} Stärke, welche letztere nach unten soweit herabreichen, als der Anschlufs der Vertikalen und Diagonalen erfordert.

Die Gurtungswinkeleisen reichen nur bis an diese Stofsplatten heran, und sind mittelst besonderer Deckwinkeleisen von einem Felde zum anderen über diese Stofsplatten hinweg mit einander verbunden.

In der Stofsverbindung des 3ten und 17ten Knotenpunktes, sowie bei dem Stofs der 4 äufseren Winkeleisen der übrigen Knotenpunkte 4 — 16, müssen die horizontalen Schenkel der Deckwinkel auf die Länge von 1' 4" ($0,_{42}{}^{m}$) an ihren Enden ausgeklinkt werden. An den Stellen, wo die Construction nicht von selbst die dadurch entstehende Trennungsfuge zwischen den horizontalen Schenkeln hinreichend deckt, wie bei den oberen, äufseren Gurtungswinkeleisen, ist eine Deckung durch besonders aufgelegte Stofslaschen bewirkt worden.

Die variablen Gurtungstheile bestehen aus horizontalen und vertikalen Flachstäben und nach der Mitte aus einer vollen, 13^{mm} dicken Horizontalplatte.

Die horizontalen Flachstäbe beginnen vom 3ten resp. 17ten Knotenpunkte, und liegen, $15,_7{}^{zm}$ breit, 13^{mm} dick, auf den horizontalen Schenkeln der äufseren Gurtungswinkeleisen. Vom 4ten resp. 16ten Knotenpunkte treten hierzu noch 4 vertikale Flachstäbe, $13^{zm} \times 13^{mm}$, welche in gleicher Höhe mit den vertikalen Schenkeln der äufseren Winkeleisen an der Innenseite der Vertikalplatten liegen. Vom 5ten resp. 15ten Knotenpunkte an treten wieder 2 horizontale Flachstäbe à $157^{mm} \times 13^{mm}$ hinzu, welche vom 6ten resp. 14ten Knotenpunkte an in eine volle bis zum 8ten resp. 12ten Knotenpunkte reichende Horizontalplatte à $55^{zm} \times 13^{mm}$ übergehen. Von hier ab beginnt der Maximalquerschnitt der Gurtung, der durch Verbreiterung der letzteren beiden Flachstäbe von 13^{zm} auf 22^{zm} erreicht wird. Die vom 5ten resp. 15ten Knotenpunkte an hinzutretenden Flachstäbe etc. liegen in dem 26^{mm} starken Zwischenraum zwischen den horizontalen Schenkeln der inneren Gurtungswinkeleisen, welcher aufserdem noch vom 1ten bis 6ten resp. vom 14ten bis 19ten Knotenpunkte dazu benutzt wird, durch eine horizontale Vergitterung aus einfach gekreuzten Flachstäben à $78^{mm} \times 13^{mm}$ die beiden Einzelgurtungen zu einer Gesammtgurtung zu verbinden.

In den Knotenpunkten 2 bis incl. 5 und 15 bis 18 sind hierzu Horizontalplatten eingeschaltet, welche eine möglichst vollkommene Vertheilung der in den Knotenpunkten angreifenden Kräfte auf den Gesammtquerschnitt der Gurtung erzielen sollen.

Sämmtliche Stöfse der Flachstäbe und Platten sind zum Theil durch aufgelegte Stofslaschen, zum Theil durch Futterstücke, welche in den Lücken zwischen den horizontalen Schenkeln der Deckwinkel ihren Platz finden, ausreichend gedeckt.

Zu diesem Stofsdeckmaterial gehören auch diejenigen 2 Winkeleisenstücke, welche die Unterkanten der Einzelgurtungen mit den vertikalen Stofsdeck- und Anschlufsplatten noch besonders verbinden.

Die untere Gurtung.

Die constanten Theile der unteren Gurtung bilden allein die 8 Winkeleisen, welche zu Einzelgurtungen à 4 Stück, wie in der oberen Gurtung, aufserhalb der Knotenpunkte durch vertikale Vergitterung vereinigt sind. Der horizontale Verband dieser Einzelgurtungen ist nur durch die in den Knotenpunkten angeordneten horizontalen Verbindungsplatten bewirkt, analog wie in der oberen Gurtung, und reicht diese Verbindung bis zum 8ten resp. 12ten Knotenpunkte, von wo ab eine volle Horizontalplattenverbindung zwischen den Einzelgurtungen zur Herstellung des nöthigen Querschnittes eintritt.

Vom 3ten resp. 17ten Knotenpunkte ab kommen zu den 8 Winkeleisen 4 Vertikalplatten à $27,_5{}^{zm} \times 13^{mm}$, von denen je 2 statt der bisherigen vertikalen Vergitterung den 26^{mm} starken Spielraum zwischen den vertikalen Schenkeln der Winkeleisen in den Einzelgurtungen ausfüllen.

Diese Vertikalplatten verbreitern sich von Knotenpunkt zu Knotenpunkt treppenförmig nach oben (so dafs die Unterkante der Gurtung eine gerade Linie bleibt), bis sie im 8ten resp. 12ten Knotenpunkte ihre Maximalbreite von 73^{zm} erreichen, welche zwischen diesen Punkten unverändert bleibt.

Vom 4ten resp. 16ten Knotenpunkte ab treten 8 horizontale Flachstäbe à $13^{zm} \times 13^{mm}$ dem bisherigen Gurtungsquerschnitte hinzu, von welchem die 4 oberen Stäbe vom 5ten bis 6ten resp. vom 16ten bis 17ten Knotenpunkte durch den horizontalen Schenkel von 4 Winkeleisen ersetzt werden, während die Vertikalschenkel den Querschnitt vermehren. Vom 6ten bis 16ten Knotenpunkte ab treten 8 Flachstäbe aufserdem hinzu, während die obenerwähnten 4 Winkeleisen auf diesen Flachstäben liegen.

Weiter nach der Mitte zu verbreitern sich die horizontalen Flachstäbe nach und nach bis zu vollen Horizontalplatten von 55^{zm} Breite und 13^{mm} Dicke.

Die Stöfse sind genau ebenso construirt, wie in der oberen Gurtung, und bleibt nur noch hinzuzufügen, dafs sowohl in der oberen wie in der unteren Gurtung die zum Gurtungsquerschnitt hinzutretenden Theile rückwärts, über denjenigen Knotenpunkt hinaus angeschlossen wurden, von welchem ab dieselben als hinzutretend angegeben sind.

Die Zeichnungen Blatt 38, 39 und 40 geben die Zusammensetzung der Gurtungsquerschnitte und deren Stofsverbindungen in den Knotenpunkten.

Die Niettheilung ist im Allgemeinen:

1) in den Knotenpunkten und deren Stofsverbindungen zu 4" ($10,_5{}^{zm}$),
2) in der freien Feldlänge zu 6" ($15,_7{}^{zm}$) angenommen worden.

Die Diagonalen.

I. System (cfr. Fig. 4 auf Bl. D).

Der Hebelarm der Diagonalkraft $D_1 = x_1$ ergiebt sich nach Fig. 7 auf Bl. D $= AB \sin \alpha_1$.

Es ist $\frac{AB}{AB - 29} = \frac{30^5/_6}{22}$ oder

$AB = 101,_{226}'$

und $\sin\alpha_1 = \frac{22}{\sqrt{22^2 + 29^2}} = 0,_{604}$, also $x_1 = 61,_{14}'$.

In derselben Weise ergeben sich:

$\sin\alpha_3 = 0,_{651}$ und die Hebelarme $x_3 = 117,_{689}'$
$\sin\alpha_5 = 0,_{731}$ $x_5 = 264,_{714}'$
$\sin\alpha_7 = 0,_{760}$ $x_7 = 612,_{180}'$
$\sin\alpha_9 = 0,_{779}$ $x_9 = \infty$

Die Maximalspannungen treten ein, wenn die Brücke vom Fufspunkt der Diagonale bis zum nächstliegenden Auflager unbelastet, und der andere Theil derselben belastet ist, während bei umgekehrter Belastungsart, also wenn die Brücke vom Fufspunkte derselben Diagonale bis zum nächstliegenden Auflager belastet ist, die Minimalspannungen eintreten.

Für die Diagonale D_1 ist die Auflagerreaction:

$R_1 \max = 742,_5 + 3 \cdot 810 = 3172,_5$ Ctr.

Für die Auflagerreaction ergiebt sich der Hebelarm $AB - 29 = 72,_{226}$, daher

$-3172,_5 \cdot 72,_{226} + D_1 \cdot 61,_{14} = 0$

$D_1 \max = +3748$ Ctr.;

für D_3 ist

$R_3 \max = 2836$ Ctr., $D_3 \max = +2334$ Ctr.;

für D_5 ist

$R_5 \max = 2516$ Ctr., $D_5 \max = +1576$ Ctr.;

für D_7 ist

$R_7 \max = 2242,_{85}$ Ctr., $D_7 \max = +1032$ Ctr.

Bei D_7 ist die Minimalkraft zu berechnen, um zu erfahren, ob dieselbe schon negativ wird, weil in diesem Falle eine Gegendiagonale eingelegt werden mufs. Geringe Pressungen können ohne Einlegen von Gegendiagonalen durch die Hauptdiagonalen übertragen werden, wenn letztere durch gegenseitiges Vernieten widerstandsfähig gegen Ausknicken gemacht werden.

Es ergiebt sich für D_7

$R_7 \min = 2516$ Ctr. und $D_7 \min = -87,_2$ Ctr.,

für D_9 ist

$R_9 \max = 2017$ Ctr. und $D_9 \max = +553$ Ctr.
$D_9 \min = -553$ Ctr.

II. System (cfr. Fig. 5).

Nach der oben angedeuteten Weise ergeben sich

$\sin\alpha_0 = 0,_{776}$ $x_0 = 38,_{645}'$
$\sin\alpha_2 = 0,_{595}$ $x_2 = 65,_{747}'$
$\sin\alpha_4 = 0,_{697}$ $x_4 = 173,_{553}'$
$\sin\alpha_6 = 0,_{751}$ $x_6 = 385,_{811}'$
$\sin\alpha_8 = 0,_{774}$ $x_8 = 1253,_{88}'$

und unter denselben Belastungsbedingungen wie oben,

für D_0

$R_0 \max = 3487,_5$ Ctr., $D_0 \max = +3248$ Ctr.,

für D_2

$R_2 \max = 3176$ - $D_2 \max = +2673$ -

für D_4

$R_4 \max = 2832,_4$ - $D_4 \max = +1874$ -

für D_6

$R_6 \max = 2536$ - $D_6 \max = +1378$ -
$R_6 \min = 2695,_5$ - $D_6 \min = +136$ -

für D_8

$R_8 \max = 2286,_3$ - $D_8 \max = +786$ -
$R_8 \min = 2945$ - $D_8 \min = -329$ -

Die Diagonalen, deren Querschnitte entsprechend den vorstehend berechneten Inanspruchnahmen in den Zeichnungen Blatt 38 bis 42 eingetragen sind, bestehen durchweg aus Flachstäben, welche den Doppelgurtungen entsprechend entweder aus je 2 Flachstäben à 13 mm Dicke, theilweis zu einer einzigen Dicke durch Heftniete vereinigt sind, je nachdem der Anschlufs an die Knotenpunkte der Gurtungen dies erfordert, oder dieselben sind aus je einem Flachstab von 26 mm Dicke hergestellt.

In den Ueberschneidungspunkten der Diagonalen mit den Vertikalen, sowie der Diagonalen der mittleren Felder untereinander, sind überall zur Verbindung der sich kreuzenden Theile Schraubenbolzen von 23 mm Durchmesser angenommen.

Die Vertikalen.

I. System (cfr. Fig. 4).

Die Maximalspannungen treten unter denselben Belastungsbedingungen ein, wie oben bei den Diagonalen.

Bei der Endvertikalen ist $v_1 = v_1{}^{I} + v_1{}^{II}$

$v_1{}^{I} = -(3172,_5 + 45 \cdot 14,_5) = -3825$ Ctr.

Die Auflagerreaction beträgt

für v_3 $R_3 = 2836$ Ctr., $v_3 = -1652$ Ctr.,
- v_5 $R_5 = 2516$ - $v_5 = -909$ -
- v_7 $R_7 =$ rot 2243 - $v_7 = -550$ -
- v_9 $R_9 = 2017$ - $v_9 = -192$ -

II. System (cfr. Fig. 5).

$v_1{}^{II} = -(3487,_5 + 45 \cdot 7) = -3802,_5$ Ctr.

Die Auflagerreaction beträgt:

für v_2 $R_2 = 3176$ Ctr., $v_2 = -1960$ Ctr.,
- v_4 $R_4 = 2832,_4$ - $v_4 = -994$ -
- v_6 $R_6 = 2536$ - $v_6 = -703$ -
- v_8 $R_8 = 2286,_3$ - $v_8 = -367$ -
- v_{10} $\begin{cases} R_{10} \max = 2084 \text{ Ctr.}, & v_{10} \max = -21 \text{ Ctr.}, \\ R_{10} \min = 3147,_5 \text{ -} & v_{10} \min = +204 \text{ -} \end{cases}$

Die Vertikalen, deren Construction und Abmessungen aus den Zeichnungen Blatt 37—40 ersichtlich sind, theilen die Hauptträger in die früher erwähnten 18 Felder ein.

Die Endvertikalen bestehen aus je 2 Einzelvertikalen, welche in ihrer Mitte durch eine vertikale Querplatte von 55 zm Breite und 1 zm Stärke, in ihren Aufsentheilen durch eine vertikale Vergitterung aus einfach gekreuzten Flachstäben à 78 mm $\times$ 13 mm zu einer Gesammtvertikalen verbunden sind. Jede Einzelvertikale hat eine Gesammtbreite von 18″ = 472 mm und besteht aus 4 mittleren und 2 äufseren Winkeleisen, welche zwischen ihren Schenkeln die Anschlufsplatten für die obere und untere Gurtung, nebst vertikaler Vergitterung zwischen denselben, resp. die vorerwähnte 1 zm dicke Vertikalplatte von 21″ = 55 zm Breite aufnehmen. Die Gesammtvertikale hat noch eine besondere Absteifung durch die 1 zm starke, nach aufsen hervortretende Vertikal-Querplatte erhalten, welche an ihrer Längsaufsenkante durch 2 Winkeleisen abgesteift ist, bis zur Oberkante des Fufswegträgers um 3′ = 943 mm hervortritt, und nach oben hin bis auf eine Breite von 56,3 zm (von der Mitte aus) eingezogen ist. Die Niettheilung in den Endvertikalen ist gleichfalls zu 4″ = 10,5 zm festgesetzt.

Die übrigen Vertikalen im 2ten bis 18ten Knotenpunkte bestehen sämmtlich aus einer 10 mm starken, 524 mm breiten Vertikal-Querplatte, an jeder Kante mit 2 Winkeleisen

gesäumt, welche an die Anschlufsplatten der oberen und unteren Gurtung angenietet sind. Damit für diesen Anschlufs der nöthige Nietquerschnitt erreicht, und die Anschlufsplatten von beiden Seiten gefafst werden, sind die oberen Enden mittelst übereinander gelegter Flachstäbe, welche sich zwischen die Anschlufsplatten hineinschieben, und die unteren Enden mittelst gekröpfter Winkeleisen, welche die äufseren Anschlufsplatten umgreifen, an die Hauptträgergurtungen nochmals angeschlossen.

Die Horizontalgitter zwischen den Hauptträgern.

Die zulässige Inanspruchnahme der Horizontalgitterstäbe ist pro □″ zu 15000 Pfd. (ca. 1100^k pro $□^{cm}$), der Winddruck pro □′ normal getroffene Fläche zu 25 Pfd. (ca. 125^k pro $□^m$), ferner die Höhe der constanten, sich dem Winddruck darbietenden Druckfläche, welche als in die obere, resp. untere Gurtung des Hauptträgers zusammen gedrängt angenommen ist, zu 5′ ($1{,}_{57}{}^m$), endlich die Höhe der variablen Druckfläche, gebildet von einem die Brückenbahn bedeckenden Eisenbahnzuge, zu 10′ ($3{,}_{14}{}^m$) angenommen worden.

Das untere Horizontalgitter wird von der constanten und variabelen, das obere Horizontalgitter nur von der constanten Windbelastung beansprucht.

Die Anordnung des Horizontalgitters ist aus Fig. 8 auf Blatt D ersichtlich.

$$\sin\alpha_0 = 0{,}_{9345}$$
$$\sin\alpha_1 = 0{,}_{785}$$
$$\sin\alpha_2 = 0{,}_{744}$$
$$\sin\alpha_{3-9} = 0{,}_{714}$$

Nach den vorgemachten Annahmen beträgt die constante Windbelastung
$= 1^1/_4$ Ctr. pro lfd. Fufs $=$ rot 200^k pro lfd. Meter der Brückenlänge, und die variable Windbelastung
$= 2^1/_2$ Ctr. pro lfd. Fufs $=$ rot. 400^k pro lfd. Meter der Brückenlänge.

a. Das untere Horizontalgitter.

I. System (Fig. 8).

$R_1 = 265{,}_5$ Ctr.; $H_1 = +338{,}_{22}$ Ctr.
$R_3 = 227{,}_5$ - $H_3 = +289{,}_{22}$ -
$R_5 = 191{,}_{87}$ - $H_5 = +207{,}_8$ -
$R_7 = 161{,}_{53}$ - $H_7 = +133{,}_{79}$ -
$R_9 = 136{,}_5$ - $H_9 = +\ 67{,}_{22}$ -

II. System.

$R_0 = 290{,}_{25}$ Ctr.; $H_0 = +316{,}_{00}$ Ctr.
$R_2 = 255{,}_{88}$ - $H_2 = +320{,}_0$ -
$R_4 = 217{,}_{75}$ - $H_4 = +248{,}_{00}$ -
$R_6 = 185{,}_{45}$ - $H_6 = +171{,}_{49}$ -
$R_8 = 157{,}_{72}$ - $H_8 = +101{,}_{15}$ -

Das untere Horizontalgitter ist, wie aus Blatt 35 ersichtlich, in derselben Weise, wie das obere, zwischen den Knotenpunkten der unteren Hauptträgergurtungen eingelegt und besteht aus Flachstäben, welche an die, in diesen Knotenpunkten befindlichen Anschlufsplatten für die Querträger (cfr. B) anschliefsen.

Diese Stäbe sind sämmtlich 13^{mm} dick und ihrer verschiedenen Inanspruchnahme durch die variable Windbelastung entsprechend breit gewählt worden.

Bei den nach unten über die Horizontalgitterebene vortretenden Querträgern (cfr. B) ist der Stofs in der Mitte der Gitterstäbe auf Horizontalplatten bewirkt, welche mittelst zweier Winkeleisen an jeder Seite der Querträgervertikalplatte befestigt sind.

Die untere Gurtung der Schwellenträger liegt in solcher Höhe, dafs die Horizontalgitterstäbe in ihren Kreuzungspunkten mit denselben vernietet werden konnten.

Das untere Horizontalgitter liegt in der Ebene, in welcher die Constructionslinien der unteren Hauptträgergurtungen liegen.

Die Querschnittsdimensionen der Stäbe für das Horizontalgitter sind unter Berücksichtigung je eines vom Querschnitt abzuziehenden Nietes von 23^{mm} Durchmesser für die Stäbe H_{0-7} und je eines Niets von 19^{mm} Durchmesser für die Stäbe H_{8-9} ermittelt und in die Skizze Fig. 8 eingetragen.

b. Das obere Horizontalgitter

besteht aus einem doppelten System gekreuzter Flachstäbe, welche sämmtlich $65^{mm} \times 13^{mm}$ Querschnitt haben und an dieselben Platten angreifen, auf welchen die oberen Querverbindungen in den Knotenpunkten der Hauptträgergurtungen gelagert sind.

Die Horizontalgitterstäbe sind in ihrer Mitte auf einer Platte gestofsen, welche an die unteren Winkeleisen der oberen Querverbindungen in ihrer Mitte angenietet ist, und in den anderen Kreuzungspunkten nur einfach vernietet.

Das Horizontalgitter liegt in derselben polygonalen Fläche, in welcher die Schwerlinie der oberen Hauptträgergurtung liegt.

Der am stärksten belastete Stab dieses Gitters ist H_1 (cfr. Fig. 8); für denselben ist $R_1 = 88{,}_5$ Ctr., mithin $H_1 = +113$ Ctr. rot. Unter Berücksichtigung eines, vom Querschnitt abziehenden Nietes von 19^{mm} Durchmesser wird hierfür ein Stab von 65^{mm} Breite und 13^{mm} Stärke gewählt. Dieselben Maafse sind für sämmtliche übrigen Stäbe beibehalten, weil aus constructiven Gründen an und für sich schon stärkere Dimensionen genommen werden müssen, als die nur durch die constante Windbelastung erzeugte Spannung erfordert.

Die oberen Querverbindungen

sind, wie aus Blatt 37—42 ersichtlich, mit ihren Enden auf Anschlufsplatten gelagert, welche letztere mittelst Winkeleisen an die inneren Einzelgurtungen angeschlossen und durch untergenietete kleine Consolen unterstützt sind.

Diese Anschlüsse sind der verschiedenen Gurtungsform angepafst, und deshalb in dem 1., 2., 18. und 19. Knotenpunkte von den übrigen etwas verschieden.

Mit Ausnahme der beiden Endquerverbindungen bestehen die übrigen sämmtlich aus einer vertikalen Blechplatte von 10^{mm} Dicke, welche an den Enden 288^{mm}, in der Mitte 472^{mm} hoch ist.

Die Oberkante der Blechplatte ist bogenförmig, die untere geradlinig beschnitten, und sind beide Kanten durch 2 Winkeleisen gesäumt.

Eine 13^{mm} dicke Anschlufsplatte verbindet die Enden der oberen Winkeleisen der Querverbindung mit der oberen Gurtung der Hauptträger.

Die Endquerverbindungen sind als Gitterträger construirt, und bestehen aus einer oberen und einer unteren Gurtung à 2 Winkeleisen, welche in einer Entfernung von 2′ 6″

(786 mm) zwischen ihren Aufsenkanten durch ein einfach, unter 45° gekreuztes Diagonalgitter, ohne Vertikalen, mit einander verbunden sind.

An den Enden sind Vertikalplatten zum Anschlufs an die Endvertikalen der Hauptträger eingeschaltet.

Sämmtliche obere Querverbindungen sind durch zwei, in 17′ 6″ (5,5 m) Entfernung von einander liegende Blechträger in der Längenrichtung der Brücke gegen einander abgestützt.

Diese Blechträger bestehen aus einer 5″ (131 mm) hohen Vertikalplatte, deren Unterkante durch zwei Winkeleisen eingefafst ist, und sind mittelst Anschlufsplatten gegen einander, und durch Anschlufswinkeleisen gegen die oberen Querverbindungen befestigt.

Für den Anschlufs dieser Träger an die Endverbindungen ist in den Gitterträger derselben je eine Vertikalplatte von 10 mm Dicke eingeschaltet.

Die Beanspruchung der oberen Querverbindungen setzt sich zusammen aus dem Druck Q_1, den dieselben als Vertikalen des oberen Horizontalgitters durch die Windbelastung erhalten, und dem Druck, der aus der später ad B ermittelten elastischen Durchbiegung des Querträgers und der Vertikalen unter der mobilen Last resultirt. — Das Maximum der Beanspruchung liegt in der Endquerverbindung. Für diese ist $R_0 = 185,_{25}$ Ctr. und $Q_1 = -194$ Ctr. Hierzu kommen 26 Ctr. Druck aus der elastischen Durchbiegung der Vertikalen unter der mobilen Belastung, so dafs der Maximaldruck in den oberen Querverbindungen

$$Q_1 = 194 + 26 = 220 \text{ Ctr. rot.}$$

beträgt, für welchen die sämmtlichen Querverbindungen construirt sind.

Das für diesen Druck erforderliche Trägheitsmoment ergiebt sich bei der gröfsten freien Länge von 17′6″ = 210″

zu $$J = \frac{P \cdot l^2}{10\,E} = \frac{220 \cdot 210 \cdot 210}{10 \cdot 27000} = 3,_{593}.$$

Vorhanden ist laut des in Fig. 9 auf Bl. D gezeichneten Querschnittes, in Bezug auf die neutrale Achse xx, $J = 6,_{602}$, also vollständig ausreichend.

B. Die Querträger.

Die Querträger sind, wie aus Blatt 37 ersichtlich, als volle Blechträger construirt, und bestehen aus einer Vertikalplatte, 10 mm dick, welche oben und unten mit je 2 Winkeleisen gesäumt ist.

Die obere Gurtung ist horizontal und gerade; die Oberkante ihrer Winkeleisen liegt 41½″ (1086 mm) über der Unterkante der unteren Hauptträgergurtung.

Die untere Gurtung ist nach einer Curve gebogen, welche den verschiedenen Inanspruchnahmen entsprechend bestimmt ist und an den Enden, behufs Verbindung mit der Hauptträgergurtung, in eine horizontale Gerade übergeht. Die Gurtungen sind nach der Mitte zu jede durch eine, resp. zwei horizontale Gurtungsplatten à 249 mm × 10 mm verstärkt.

Die Constructionshöhe zwischen den Aufsenkanten der Gurtungswinkeleisen beträgt in der Mitte der Querträger 49″ (1282 mm), so dafs sämmtliche Querträger unter der Unterkante der Hauptträgergurtung um 8¼″ (216 mm) hervorragen.

Die mittleren Querträger sind durch Winkeleisen, welche nach einem Radius von 3′ 6″ (1100 mm) gekrümmt sind, an die Hauptvertikalen angehängt und vernietet.

Die Vertikalplatte der Querträger ist mit diesen Anschlufswinkeleisen, vernietet, in die Höhe geführt, nach der Krümmung derselben ausgeschnitten und mit den Hauptvertikalen nochmals vernietet.

Dieser Anschlufs ist bei den Endquerträgern in sofern anders, als hier die besonderen Anschlufswinkeleisen ausfallen, dagegen die beiden inneren Winkeleisen der Endvertikalen den Winkeleisen der oberen Querträgergurtung nach einem Kreisbogen entgegengekrümmt sind.

Der Anschlufs der unteren Querträgergurtung mittelst ihrer beiden Winkeleisen an die untere Hauptträgergurtung ist bei sämmtlichen Querträgern durch besondere Anschlufsplatten bewirkt.

Letztere sind im 1., 2., 18. und 19. Knotenpunkte auf dem horizontalen Schenkel des innerhalb der Brücke liegenden, obersten Gurtungswinkeleisens der Hauptträger befestigt, während in den übrigen Knotenpunkten diese Platten 13 mm tiefer auf dem Schenkel des Deckwinkels liegen und durch ein Futterstück, welches mit in die Hauptträgergurtung hineintritt, mit den Querträgerenden verbunden sind.

Die allgemeine Anordnung des Querträgers ist in Fig. 10 auf Bl. D skizzirt.

Bei der Berechnung der Quer- und Schwellenträger mufste auch der Fall Berücksichtigung finden, dafs die Brücke demnächst unter Wegfall der besonderen Strafsenbahn für zweigeleisigen Eisenbahnverkehr benutzt, und die Benutzung derselben für den Landverkehr alsdann auf die durch die Eisenbahnzüge gegebenen Zwischenpausen beschränkt wird.

Es sind daher folgende verschiedene Belastungsarten zur Untersuchung gezogen:

I. Fall: Die Brücke ist nur für zweigeleisigen Eisenbahnverkehr benutzt.

a) beide Geleise belastet (maximum) für die Gurtungen;

b) nur ein Geleise belastet.

II. Fall: Die Brücke ist für die Eisenbahn (verschlungene Geleise) und gleichzeitig für Strafsenverkehr benutzt.

c) Aeufseres (I.) Geleis und Strafsenfahrbahn voll belastet.

d) Inneres (II.) Geleis und Strafsenfahrbahn voll belastet.

e) Aeufseres Geleis und Strafsenfahrbahn nach der Mitte der Brücke zu einseitig belastet.

f) Inneres Geleis und Strafsenfahrbahn nach der Mitte der Brücke zu einseitig belastet.

g) Aeufseres Geleis und Strafsenfahrbahn nach Aufsen hin einseitig belastet.

h) Inneres Geleis und Strafsenfahrbahn nach Aufsen hin einseitig belastet.

i) Inneres Geleis allein belastet.

Der Berechnung zu Grunde gelegt ist die in Fig. 11 auf Bl. D angegebene Locomotivbelastung, deren ungünstigste Laststellung für einen Querträger von 18′ (5,65 m) Feldlänge durch Fig. 12 ebendaselbst bezeichnet ist, und die eine Auflagerreaction $R =$ rot. 619 Ctr. ausübt.

Diese 619 Ctr. vertheilen sich nun so, dafs für den ersten Fall ad a und b und den zweiten Fall ad c, e und g durch die Schwellenträger A und B, sowie E und F Fig. 10 je 309,5 Ctr. und für den zweiten Fall ad i, h, d und f, nach Skizze Fig. 13 auf Bl. D durch den Schwellenträger

A rot. 267 Ctr., durch *B* rot. 335 Ctr. und durch *C* rot. 17 Ctr. auf die Querträger übertragen werden.

Bei Vertheilung der Strafsenfuhrwerkbelastung auf die Schwellenträger ist ein Fuhrwerk von 9′ ($2,_{82}{}^{m}$) Achsstand, 4′ ($1,_{26}{}^{m}$) Spurweite und einem Gesammt-Gewicht von 200 Ctr. (pro Achse 100 Ctr.) angenommen.

Nimmt man für den zweiten Fall ad a und b die 16′ ($5,_{02}{}^{m}$) breite Spur mit zwei nebeneinanderstehenden Wagenreihen, und nebenher dichtes Menschengedränge an, so ist der 20′ ($6,_{28}{}^{m}$) im Lichten breite Raum für den Strafsenverkehr mit 110 Pfd. pro □′ (rot. 560^{k} pro $□^{m}$) belastet. Hieraus ergiebt sich bei 18′ ($5,_{65}{}^{m}$) langen Brückenfeldern eine gleichmäfsig vertheilte Last pro lfd. Fufs Querträger innerhalb der 20′ breiten Strafsenfahrbahn von rot. 20 Ctr. (3186^{k} pro lfd. Meter). Diese gleichmäfsig vertheilte Last wird nach Fig. 10 auf die Querträger übertragen durch die Schwellenträger *C* mit 60 Ctr.,

- *D* - 105 -
- *E* - 105 -
- *F* - 130 -

Bei der nach Innen einseitig belasteten Fahrbahn vertheilt sich das Gesammtgewicht von 200 Ctr. pro 18′ einer Lastwagenreihe auf einen Querträger nach Fig. 14 auf Bl. D wie folgt:

auf den Lastpunkt *C* mit rot. 69 Ctr.
- - - *D* - - 124 -
- - - *E* - - 7 -

Bei der nach Aufsen einseitig belasteten Fahrbahn erhalten von der in Fig. 14 punktirten Laststellung die Querträgerlastpunkte *E* und *F* und der Endpunkt *G* des Fufswegträgerconsols folgende Belastungen:

E = rot 40 Ctr.
F = - 137 -
G = - 23 -

Nach diesen Annahmen sind die Angriffsmomente und Vertikalkräfte für die oben angegebenen verschiedenen Fälle berechnet. Es ist z. B. für Fall 2 ad f nach Skizze Fig. 15 auf Bl. D die Auflagerreaction

$$R_f = \text{rot. } 694 \text{ Ctr.}$$

Es ergeben sich hieraus die Angriffsmomente

$M_A = 43722,_0$ Ctrzolle
$M_B = 68071,_5$ -
$M_C = 68764,_5$ -
$M_D = 61488,_0$ -
$M_E = 43848,_0$ -
$M_F = 23215,_5$ - und

die Vertikalkräfte

$V_A = -694,_0$ Ctr.
$V_B = -386,_5$ -
$V_C = -11,_0$ -
$V_D = +115,_5$ -
$V_E = +280,_0$ -
$V_F = +327,_5$ -

Auf dieselbe Weise sind auch für die übrigen Fälle die Angriffsmomente und Vertikalkräfte ausgerechnet und in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Angriffs-Momente.	I. Fall.		II. Fall.						
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
	Centnerzolle.								
M_A	**46651,5**	38304,0	46368,0	45801,0	44226,0	43722,0	40257,0	39690,0	37737,0
M_B	71253,0	54558,0	70686,0	**72229,5**	66402,0	68071,5	58464,0	60007,5	56101,5
M_C	73804,5	48762,0	72954,0	**75001,5**	66528,0	68764,5	54621,0	56668,5	50809,5
M_D	73804,5	40414,5	68890,5	**76671,0**	60655,5	61488,0	48226,5	49707,0	41895,0
M_E	**71253,0**	29515,5	55660,5	56574,0	41619,5	43848,0	39280,5	40194,0	30429,0
M_F	**46651,5**	16065,5	33264,0	33610,5	22491,0	23215,5	25263,0	25609,5	16411,5
Vertikal-Kräfte.	Centner.								
V_A	**− 740,5**	− 608,0	− 736,0	− 727,0	− 702,0	− 694,0	− 639,0	− 630,0	− 599,0
V_B	− 390,5	− 258,0	− 386,0	**− 419,5**	− 352,0	− 386,5	− 289,0	− 322,5	− 291,5
V_C	− 40,0	+ 92,0	− 36,0	**− 44,0**	− 2,0	− 11,0	+ 61,0	+ 53,0	**+ 84,0**
V_D	**− 40,0**	+ 132,5	+ 64,5	+ 73,5	+ 107,5	+ 115,5	+ 101,5	+ 110,5	**+ 141,5**
V_E	**− 390,5**	+ 173,0	+ 210,0	+ 219,0	+ 272,0	**+ 280,0**	+ 142,0	+ 151,0	+ 182,0
V_F	**− 740,5**	+ 213,5	+ 355,5	**+ 364,5**	+ 319,5	+ 327,5	+ 222,5	+ 230,5	+ 222,5

Die oben berechneten Angriffsmomente setzen den Querträger als einen Balken voraus, der an beiden Enden frei aufgelagert ist. Da jedoch die Querträgerenden fest mit den Vertikalen der Hauptwand verbunden sind, so erleiden Querträger und Vertikalen eine elastische Durchbiegung wie Skizze Fig. 16 auf Bl. D andeutet, und es entsteht an der Verbindungsstelle ein Angriffsmoment *M*, welches der elastischen Curve des Querträgers einen Wendepunkt aufzwingt und also entlastend auf den Querträger wirkt, daher von den Maximalangriffsmomenten der obigen Tabelle abgezogen werden muss.

Es ist $$M = \frac{\frac{1}{12}\, p.\, l_1^{\,2}}{12 + 8\left(\frac{J_1\, l_0}{J_0\, l_1}\right)},$$

worin

$\frac{1}{12}\,p$ die Belastung des Querträgers pro lfd. Zoll,
J_1 das Trägheitsmoment des Querträgers,
J_0 - - der Vertikalen,
l_1 die Länge des Querträgers,
l_0 - - der Vertikalen

bezeichnet.

Da M indirect mit l_0 zunimmt, so ist als ungünstigster Fall für l_0 die Länge der zweiten Vertikalen einzuführen, also l_0 = rot. $26\frac{1}{2}'$ = $8{,}_{31}$ m.

J_0 für V_2 ist nach der Skizze Fig. 17 auf Bl. D rot. 1202. J_1 wird aus dem Maximalwerth der Angriffsmomente in der obigen Tabelle bestimmt, während l_1 zwischen den Mitten der Hauptträger zu 36′ 9″, = $11{,}_{53}$ m und die Constructionshöhe des Querträgers in der Mitte $2y$ zu 48″ = $1{,}_{25}$ m angenommen ist.

Es ist $M_{max} = \frac{J_1}{y} k$, also

$$J_1 = \frac{y \times M_{max}}{k} = \frac{76671 \cdot 24}{100} = 19801.$$

Die Inanspruchnahme M_{max} würde nun herbeigeführt werden durch eine gleichförmig vertheilte Belastung

$p = \frac{M_{max} \times 8}{l_1^2}$ = rot. 38 Ctr. und es ergiebt sich somit das Moment für den Querträgeranschlufs

M = 5754 Centnerzoll.

Das obere Ende der Vertikalen wird in seiner ursprünglichen Lage durch die obere Querverbindung festgehalten. Man kann also am oberen Ende der Vertikalen eine Horizontalkraft Q angebracht denken, deren Gröfse von M abhängig ist, indem $Q \times l_0 = M$,

also $Q = \frac{5754}{26{,}_5 \times 12}$ = 18 Ctr. sein mufs.

Diese Kraft Q kommt aufserdem noch für die oberen Querverbindungen in Betracht, indem sie sich mit dem Druck aus der Wind-Inanspruchnahme zusammensetzt.

Mit Berücksichtigung des eben berechneten Momentes M modificiren sich die Maximalwerthe der Angriffsmomente der Querträger in obiger Tabelle wie folgt:

M_A max = $46651{,}_5$ — 5754 = $40897{,}_5$ Ctrzoll
M_B max = $72229{,}_5$ — 5754 = $66475{,}_5$ -
M_C max = $75001{,}_5$ — 5754 = $69247{,}_5$ -
M_D max = 76671 — 5754 = $70917{,}_0$ -
M_E max = $71253{,}_0$ — 5754 = $65499{,}_0$ -
M_F max = $46651{,}_5$ — 5754 = $40897{,}_5$ -

Da die Querträger um die Mitte symmetrisch gehalten werden müssen, so ist

$M_A = M_F$ = $40897{,}_5$ Ctrzoll
$M_B = M_E$ = $66475{,}_5$ -
$M_C = M_D$ = $70917{,}_0$ -

wonach die Querschnittsdimensionen der Querträger folgendermafsen zu bestimmen sind.

Die Höhe H am Ende des Querträgers, wo V_{max} = $740{,}_5$ Ctr. ist, beträgt rot. 27″ = 706 mm.

Die Stärke der Blechplatte ergiebt sich zu

$$d = \frac{1{,}_{25} \cdot V_{max}}{k \cdot H} = \text{rot. } \tfrac{3}{8}'' = 10^{mm}.$$

Bezeichnet:

$2F$, $2F_0$, $2F_A$ bis $2F_C$ den oberen und unteren Gurtungsquerschnitt, welche beide gleich gedacht werden,

$2f$ den Querschnitt der vertikalen Blechwand,

H, H_0, H_A bis H_C den Schwerpunktsabstand der Gurtungen an den resp. Querschnittsstellen,

M, M_0, M_A bis M_C die Maximalwerthe der Angriffsmomente der äufseren Kräfte,

k die äufserste Faserspannung pro □″ 100 Ctr.,

so ist $F + \frac{1}{6} f = \frac{M}{k \cdot H}$, und da

$\frac{1}{6} f = \frac{3}{8} \times \frac{H}{2} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{32} H$ ist, wird

$$F = 0{,}_{01} \frac{M}{H} - 0{,}_{03125} H.$$

Das Moment M_0 findet, Fig. 18 auf Bl. D, an der Stelle statt, wo der Querträger in rund 30″ = 78 cm Abstand von seinem ideellen Ende (Mitte Hauptträger) die Anschlufsplatte für das Horizontalgitter verläfst, von wo ab also H_0 = 27″ = 706 mm allmälig anfängt zu wachsen bis H_C = 48″ = 1255 mm. Dieses Moment erreicht sein Maximum, wenn die Auflagerreaction der Querträger am gröfsten = $740{,}_5$ Ctr. ist; dann ist $M_0 = 740{,}_5 \cdot 30 - 5754 = 16461$ Ctrzoll. Für dieses Moment mufs der erforderliche Querschnitt der Gurtungen allein durch je 2 Winkeleisen hergestellt werden.

Es ist:

$F_0 = \frac{164{,}_{61}}{27} - \frac{27}{32} = 5{,}_{256}$ □″ netto erforderlich. Der Querschnitt (Fig. 19, Bl. D) beträgt nach Abzug je eines $\frac{3}{4}$-zölligen Nietes

$2(4 + 4\frac{1}{2} - \frac{3}{4}) \cdot \frac{1}{2} = 7{,}_{75}$ □″.

Für die Querträgermitte ist

$F_C = \frac{0{,}_{01} M_C}{H_C} - \frac{H_C}{32} = 13{,}_{247}$ □″ erforderlich.

Der Querschnitt besteht hier aus

2 Winkeleisen à $(4\frac{1}{2} + 4\frac{1}{2})\ \frac{1}{2}''$
(ab je ein Niet von $\frac{3}{4}''$) = $7{,}_{75}$ □″,
2 Horizontalplatten à $9\frac{1}{2}''\ \frac{3}{8}''$
(ab je zwei Niete à $\frac{3}{4}''$) = $6{,}_{00}$ □″.
Summa $13{,}_{75}$ □″.

Zur Bestimmung der Form der unteren Gurtung werden die beiden, zwischen F_0 und F_C liegenden Querschnitte als bekannt angenommen und zwar

$F_B = F_C = 13{,}_{75}$ □″ netto

$F_A = 13{,}_{75}$ — 1 Horizontalplatte à $9\frac{1}{2}'' \cdot \frac{3}{8}'' = 10{,}_{75}$ □″ und die erforderlichen Höhen in diesen Querschnitten H_B und H_A berechnet.

Aus der Formel

$F = 0{,}_{01} \frac{M}{H} - \frac{H}{32}$ ergiebt sich

$H^2 + 32 F \cdot H - 0{,}_{32} M = 0$, und also

$$H = -16F \pm \sqrt{\frac{32^2 \cdot F^2}{4} + 0{,}_{32} M}.$$

Für $F_B = 13{,}_{75}$ und
$M_B = 66475{,}_5$
wird $H_B = 43{,}_9''$ = rot. 44″ = 1151 mm und
für $F_A = 10{,}_{75}$ und $M_A = 40897{,}_5$
$H_A = 34{,}_5''$ = 902 mm.

C. Die Schwellenträger.

Die Schwellenträger sind, wie aus Bl. 35 und 37 ersichtlich, volle Blechträger, und bestehen aus einer 628 mm hohen, 10 mm dicken Vertikalplatte, deren parallele Ober- und Unterkante mit je 2 Winkeleisen gesäumt ist.

Die Oberkante der Schwellenträger liegt 170 mm tiefer als die Oberkante der Winkeleisen der Querträger.

Der Anschlufs an die Querträger ist durch vertikale Winkeleisen und zwischen den oberen Schwellenträger- und Querträger-Winkeleisen, durch je einen Blechwinkel von

144 mm × 78 mm × 13 mm bewirkt. Auf die obere Gurtung der Schwellenträger sind an den Auflagerstellen der Querschwellen, welche in 3′ (940 mm) resp. $2^3/_4$′ (863 mm) Entfernung liegen, kleine Platten von $6{,}_5$ mm Dicke gelegt worden, mit welchen die Enden der Querschwellen durch je einen 16 mm starken Schraubenbolzen verschraubt sind. Aufserdem sind an diesen Stellen zwei an die Vertikalplatte angenietete Flachstäbe von $5{,}_2$ mm × 10 mm zur Vertikalabsteifung, sowie auf der oberen Gurtung zwei Winkeleisenstücke zur sicheren seitlichen Festlegung der Querschwellen angebracht worden.

Diejenigen Schwellenträger, welche direct unter den Eisenbahngeleisen liegen, und ebenso die correspondirenden der anderen Brückenseite, welche zur Zeit die Fahrbahnen tragen, späterhin aber zu gleichem Zweck dienen sollen, sind in der Mitte ihrer oberen Gurtungen durch ein Winkeleisen und durch ein einfaches Horizontalgitter aus 65 mm × 8 mm starken Flachstäben mit einander verbunden und gegenseitig abgesteift.

Zur Unterstützung der Fufswege sind in der Verlängerung der Querträger schmiedeeiserne Consolen angeschlossen, welche von der Mitte der Hauptträger 3′ (940 mm) weit vorspringen. Die Stirnenden sämmtlicher, auf einer Brückenseite liegenden Consolen sind durch einen aus einer 18″ (470 mm) hohen Blechplatte, welche oben und unten mit einem Winkeleisen eingefafst ist, bestehenden Langträger miteinander verbunden.

Dieser Träger hat von der benachbarten inneren Schwellenträgerreihe einen Abstand von 8′ 3″ ($2{,}_{590}$ m).

In den Endknotenpunkten 1 und 19 fehlt das Consol. In diesen Plätzen ist der eiserne Fufsweglangträger an die Seitenstrebe der Endvertikalen angenietet.

Die Maximalbelastung erhält der Schwellenträger B in Fig. 13, Bl. D, wenn das zweite Geleis mit Eisenbahnfahrzeugen besetzt ist. Nach der ebendaselbst ermittelten Lastvertheilung sind die Achsbelastungen einer Locomotive nach Fig. 11 in ihren Reactionen auf den Schwellenträger B die auf Bl. D in Fig. 20 bezeichneten, und erfolgt die gröfste Inanspruchnahme der Schwellenträger in ihrer Mitte bei der daselbst in Fig. 21 skizzirten Laststellung.

Das Maximalangriffsmoment beträgt hier an der Stelle des dritten Schwellenauflagers $12772{,}_8$ Ctrzoll. Nach der vor angeführten Formel wird nun

$$F = 0{,}_{01}\frac{M}{H} - \frac{1}{32}H = 4{,}_{572}\ \square'',$$

wenn für M das obige Moment, und $H = 24''$ gesetzt wird.

Die Gurtungen bestehen aus 2 Winkeleisen à (3″ + 3″) × $^3/_8$″ und geben, abzüglich eines Nietes von $^5/_8$″ Durchmesser $3{,}_{884}$ □″ Querschnitt netto, so dafs die Inanspruchnahme pro □″ sich stellen würde auf:

$$k = \frac{4{,}_{572}\cdot 100}{3{,}_{844}} = \text{rot. } 119 \text{ Ctr.},$$

was noch zulässig ist.

Da die Schwellenträger für ihre ganze Länge einen durchweg gleichen Querschnitt erhalten haben, so kann die Berechnung der kleineren Inanspruchnahme in dem ersten und zweiten Schwellenauflager unterbleiben.

In den 15′ ($4{,}_{71}$ m) und 14′ ($4{,}_{39}$ m) langen Brückenfeldern würde die Inanspruchnahme bei der auf Bl. D in Fig. 22 gezeichneten Laststellung ihr Maximum erreichen, und es wird $M\max = 8950{,}_5$ Ctrzoll,

$$\text{und} \quad F = 0{,}_{01}\frac{8950{,}_5}{24} - \frac{24}{32} = 2{,}_{979}\ \square''.$$

Vorhanden sind 2 Winkeleisen à ($2^1/_2$ + $2^1/_2$″) · $^3/_8$″, welche abzüglich je eines Nietes von $^5/_8$″ Durchmesser $3{,}_{046}$ □″ Nettoquerschnitt ergeben.

Zur Absteifung gegen die Vertikalkräfte sind unter jedem Schwellenauflager 2 Flachstäbe à 2″ × $^3/_8$″ an die vertikale Blechplatte angenietet.

D. Die Auflager.

Das eine Ende jeder Brücke liegt auf festen, das andere auf beweglichen oder Pendel-Auflagern.

Die Pendelauflager bestehen, wie aus Bl. 35 ersichtlich, aus einer gufseisernen Kopfplatte, welche mit 3 mm dicker Bleizwischenlage mit einer 26 mm dicken Platte der Endvertikalen verschraubt ist. Diese Kopfplatte ruht scharnierartig auf einem Gufskörper, der mit seiner ebenen Grundfläche auf 6 Pendeln à 8″ (209 mm) Durchmesser und 4′ 5″ ($1{,}_{386}$ m) Länge liegt. Die Pendel stehen auf einer Gufsplatte, welche behufs richtigen Einstellens verschiebbar, mit 3 mm dicker Bleizwischenlage mit einer zweiten Gufsplatte verschraubt ist. Letztere Gufsplatte liegt, mit einer 13 mm starken Cementschicht untergossen, auf dem Auflagerstein, und ist auf diesem durch 10 Stück 26 mm starke Steinanker befestigt. Gegen Schmutz und Staub ist das Auflager durch einen Blechmantel geschützt.

Die festen Auflager bestehen mit Ausnahme der Pendel aus denselben Theilen wie die beweglichen Auflager.

Nach erfolgtem Ausrichten wird der Gufskörper mittelst Pafskeile, welche zwischen seinen Seitenflächen und den an die Grundplatten angegossenen Knaggen eingetrieben werden, unwandelbar festgestellt.

Bei beiden Auflagern ist die Entfernung von Unterkante Endvertikale der Hauptträger bis Oberkante Auflagerstein ein und dieselbe.

Von den einzelnen Constructionstheilen der Auflager sind die nachfolgenden Stücke hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Gröfse zu untersuchen.

1. Die Fundamentplatte.

Der Gesammtauflagerdruck der vollbelasteten Brücke beträgt nach den Ermittelungen bei den Hauptträgern für jedes Auflager = 7600 Ctr.

Bei der Annahme, dafs der Quadratzoll der Cementfuge höchstens mit 200 Pfd. = rot. 15 k pro □ cm belastet werden darf, erfordert die Auflagerplatte eine Gröfse von

$$F = \frac{760000}{200} = 3800\ \square''.$$

Die Fundamentplatte hat die Abmessungen von 6′ ($1{,}_{883}$ m) und 4′ 7″ ($1{,}_{439}$ m) erhalten, besitzt also eine Druckfläche

$$F = 72 \times 55 = 3970\ \square''.$$

2. Die Pendel der beweglichen Auflager.

Zur Uebertragung des Auflagerdruckes auf die Fundamentplatte dienen 6 Pendel von 8″ (209 mm) Höhe und 53″ ($1{,}_{386}$ m) Länge.

Unter der Annahme, dafs jeder Zoll Länge der Pendeldrucklinie für jeden Zoll Höhe des Pendeldurchmessers höchstens mit 300 Pfd. = rot 22 ^{k} pro $\square^{cm}$ belastet werden darf, ergiebt sich der Maximaldruck, welcher durch die Pendel in den gewählten Abmessungen übertragen werden kann, zu

$$P = 3 \times 6 \times 8 \times 53 = 7632 \text{ Ctr.},$$

während nur 7600 Ctr. Auflagerdruck im Maximum vorhanden sind.

3. Das Gufsstück über den Pendeln

überträgt den Auflagerdruck auf die Pendel und ist für den möglichen Fall entsprechend stark zu construiren, dafs nur die beiden äufsersten Pendel Stützpunkte bilden, alle mittleren Pendel aber ohne Druck bleiben. Da aufserdem der Quadratzoll der äufsersten Faserschicht für Gufseisen höchstens mit 70 Ctr. gedrückt oder mit 35 Ctr. gespannt werden darf, so ist der Querschnitt des Gufsstückes diesen Bedingungen entsprechend zu berechnen.

Aus der Skizze Fig. 23 auf Bl. D ergeben sich die Maximal-Inanspruchnahmen für die 4 Querschnitte *ab*, *cd*, *ef*, *gh* wie folgt:

$$M_{ab} = 3800 \times 13^3/_4 = 52250 \text{ Centnerzoll},$$
$$M_{cd} = 3800 \times 10 = 38000 \text{ -}$$
$$M_{ef} = 3800 \times 6 = 22800 \text{ -}$$
$$M_{gh} = 3800 \times 2 = 7600 \text{ -}$$

Jeder dieser Querschnitte, mit Ausnahme des mittleren, erhält die daselbst in Fig. 24 skizzirte Form, in welcher die Werthe b bekannt, h und x zu berechnen sind, letztere der Bedingung entsprechend, dafs die äufserste Faserschicht nur halb so stark gespannt werden darf, wie sie gedrückt wird.

Zur Bestimmung von x hat man

$$\frac{\Sigma S d}{\Sigma S} = \frac{2h \times x \times 2h + b \times h \times h/_2}{2h \times x + b \times h} = h$$

und daraus $x = \frac{b}{4}$.

Für die neutrale Achse (Schwerlinie) xy der Querschnitte bestimmt sich nun das Trägheitsmoment unter wiederholter Anwendung der Formel

$$J = \Sigma M - d^2 \cdot \Sigma S,$$

worin ΣM das Trägheitsmoment für die Grundlinie, ΣS den Querschnitt und d den Abstand der neutralen Achse von der Grundlinie bezeichnet, zu

$$J = h^3 \left[\frac{26x}{3} + \frac{b}{3} - \frac{\left(4x + \frac{b}{2}\right)^2}{2x + b} \right]$$

oder wenn hierin der bereits für x ermittelte Werth $x = \frac{b}{4}$ gesetzt wird, $J = b h^3$.

Der Werth für h ist daher durch diese Gleichung bestimmt.

Zur Bestimmung der numerischen Werthe ergeben sich nun nach den vorstehenden Ermittelungen die nachstehenden Gleichungen, in welche $b = 53$, $k = 70$ Ctr. (für Druck) einzusetzen ist.

Für den Querschnitt *cd*

$$M_{cd} = \frac{J}{e} k = \frac{bh^3}{2h} k, \quad h = \sqrt{\frac{2 \times 38000}{53 \times 70}} = 4{,}_{526}'',$$

für den Querschnitt *ef*

$$M_{ef} = \frac{J}{e} k = \frac{bh^3}{2h} k, \quad h = \sqrt{\frac{2 \times 22800}{53 \times 70}} = 3{,}_{506}'',$$

für den Querschnitt *gh*

$$M_{gh} = \frac{J}{e} k = \frac{bh^3}{2h} k, \quad h = \sqrt{\frac{2 \times 7600}{53 \times 70}} = 2{,}_{024}''.$$

In der Ausführung haben die verschiedenen Querschnitte, diesen berechneten Werthen für h entsprechend, abgerundete Abmessungen erhalten, welche in den Skizzen Fig. 25 und 26 auf Bl. D eingetragen sind.

Für den Querschnitt *cd* ist $h = 4^1/_2''$, $H = 9^1/_8''$
- - - *ef* - $h = 3^1/_2''$, $H = 7^1/_4''$
- - - *gh* - $h = 2^1/_8''$, $H = 4^1/_4''$

Die hiernach sich ergebenden äufsersten Faserspannungen sind in der nachstehenden Zusammenstellung angegeben:

Bezeichnung des Querschnittes.	Maximalangriffsmoment. Ctrzoll.	Trägheitsmoment.	Abstand der äufsersten Faser von der Schwerlinie d_1''	d_2''	Spannung der äufsersten Faser. Zug. Ctr.	Druck. Ctr.
ab	52250	18410	7,994	9,006	22,7	25,6
cd	38000	4965	4,542	9,083	34,8	69,5
ef	22800	2439	3,584	7,166	33,5	67,0
gh	7600	509	2,125	4,250	31,7	63,5

4. Das Gufsstück unter den Endvertikalen

hat den Gesammt-Auflagerdruck auf das ad 3 berechnete Gufsstück zu übertragen. Obgleich die untere Fläche der Endvertikalen als eine starre unbiegsame Fläche anzusehen ist, das Gufsstück auf Biegung also gar nicht beansprucht wird, soll zur Sicherheit dennoch angenommen werden, der Auflagerdruck müsse von dem Gufsstück als gleichförmig vertheilte Last aufgenommen werden.

Da nach der Skizze Fig. 27 auf Bl. D die Druckfläche eine Breite von 18" (471 ^{mm}) hat, so beträgt die gleichförmig vertheilte Last pro Zoll $\frac{7600}{18} = 422$ Ctr. rot.

Der Querschnitt des Gufsstückes in *ab* wird Null. Bei einer Breite des Gufsstückes von 53" (1,$_{386}$ ^{m}) wird für die Mitte $W = {}^1/_6\, bh^2 = \frac{3800 \times 4^1/_2}{70}$, also

$$h = \sqrt{\frac{3800 \times 4^1/_2 \times b}{53 \times 70}} = 5{,}_{258}''$$

und für den Querschnitt *cd* $W = {}^1/_6\, bh_1{}^2 = \frac{1900 \times 2^1/_4}{70}$, also

$$h_1 = \sqrt{\frac{1900 \times 2^1/_4 \cdot 6}{53 \times 70}} = 2{,}_{646}''.$$

In der Ausführung sind diese Werthe noch erheblich gröfser genommen.

Das Gesammtgewicht des eisernen Ueberbaues beträgt

A. für die 5 grofsen Oeffnungen à 310' (97,$_{30}$ ^{m}) Stützweite:

71668 Ctr. Schmiede- und Gufseisen sowie 36,$_5$ Ctr. Bleiplatten;

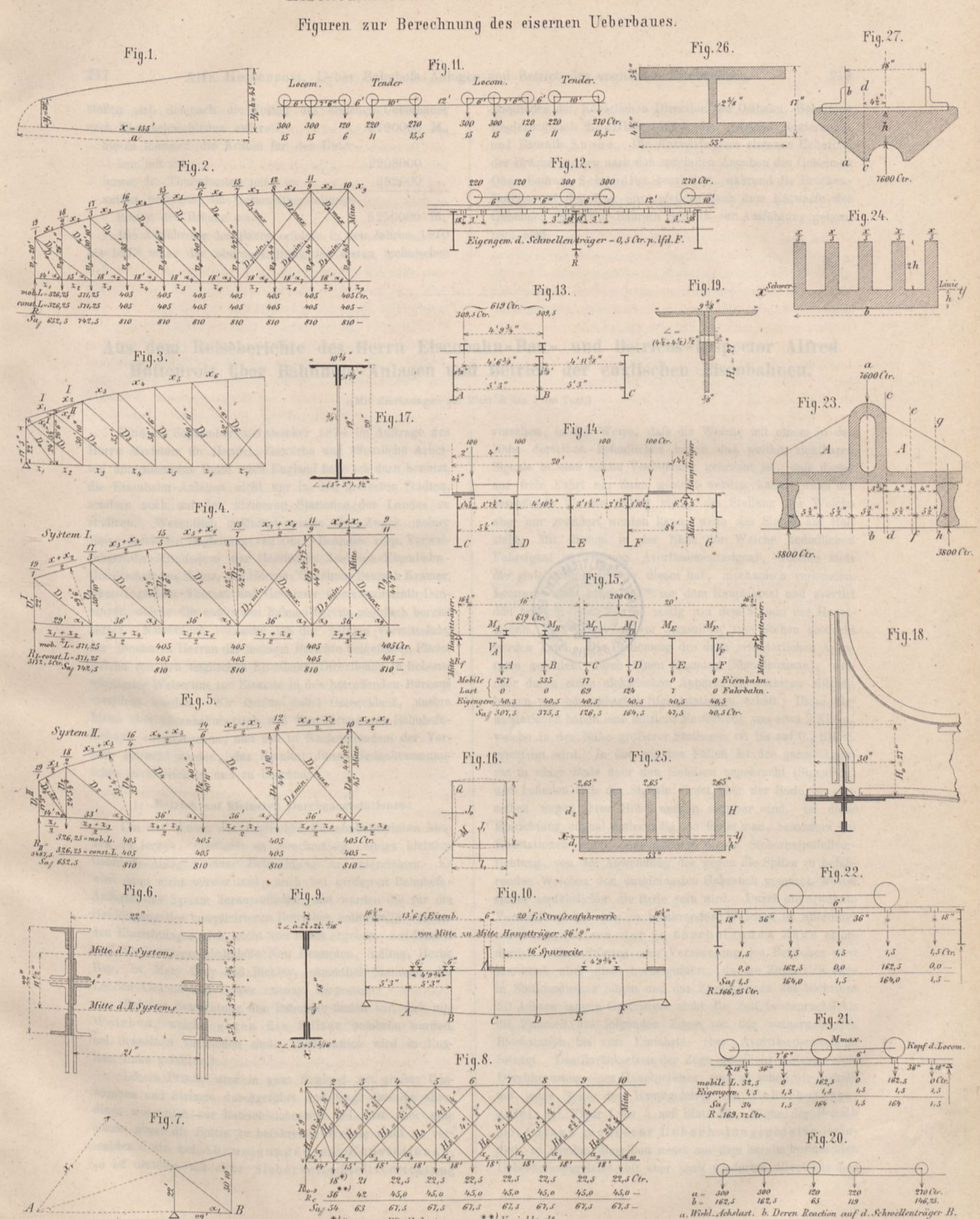
B. für die 12 kleinen Oeffnungen, hiervon 11 von je 110' (34,$_{52}$ ^{m}), 1 von 143' (44,$_{88}$ ^{m}) lichter Weite:

38141 Ctr. Schmiedeeisen,
1587 - Gufseisen,
32,$_{33}$ - Bleiplatten,
1,$_{60}$ - Rothgufs.

Der Preis pro Ctr. einschliefslich sämmtlicher Rüstungen und Montage betrug im Durchschnitt 21 Mark 30 Pf. und

Eisenbahnbrücke über die Weichsel bei Thorn.

Figuren zur Berechnung des eisernen Ueberbaues.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin

stellen sich demnach die Kosten des eisernen Ueberbaues excl. Eisenbahnschienen auf rot. . . . . 2790000 M.,
hierzu kommen die Kosten für den Unterbau mit rot. . . . . 2208000 -
ferner die Thurmbauten mit = . . . 252000 -
mithin betragen die Gesammtherstellungskosten der Brücke = 5250000 M.

Die Ausführung des Baues erfolgte in den Jahren 1870 bis 1873 unter der oberen Leitung des ersten technischen Mitgliedes der Königlichen Direction der Ostbahn, Geheimen Regierungsrath Loeffler, durch den jetzigen Regierungs- und Baurath Suche. Die Entwürfe zum eisernen Ueberbau der Brücke wurden nach den speciellen Angaben des Geheimen Ober-Baurath Schwedler bearbeitet, während die Brücken-Portale auf den End-Strompfeilern nach dem Entwurfe des Geheimen Ober-Hof-Baurath Strack zur Ausführung gekommen sind.

Aus dem Reiseberichte des Herrn Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Alfred Hottenrott über Bahnhofs-Anlagen und Betrieb der englischen Eisenbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt E bis J im Text.)

Eine im September und October 1874 im Auftrage des Herrn Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten unternommene Reise nach England habe ich dazu benutzt, die Eisenbahn-Anlagen nicht nur in den gröfseren Städten, sondern auch auf den kleineren Stationen des Landes zu studiren. Wesentlich gefördert wurde der Zweck meiner Reise durch die Begleitung von Ober-Beamten resp. Verwaltungsraths-Mitgliedern der Hessischen Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft aus Mainz, den Herren: Geheimer Baurath Kramer, Ober-Ingenieur Thomas und Geheimer Commerzienrath Denninger, welche die englischen Bahnen bereits mehrfach bereist hatten. Namentlich verdanke ich der gütigen Vermittelung der genannten Herren die meinem Berichte beigefügten Pläne, welche von den englischen Eisenbahn-Directionen in liebenswürdigster Weise uns zur Einsicht in den betreffenden Büreaus vorgelegt wurden. Wir fanden dabei Gelegenheit, unsere Ideen über Eisenbahnbetrieb und Einrichtung von Bahnhofs-Anlagen auszutauschen, und soll in Nachstehendem der Versuch gemacht werden, das Resultat dieses Gedankenaustausches zu entwickeln und zu begründen.

1. Betrieb auf kleineren Durchgangsstationen.

Um das Wesen des englischen Eisenbahnbetriebes kennen zu lernen, erscheint es zweckmäfsig, einige kleinere Bahnhofs-Anlagen einer Betrachtung zu unterziehen. Es wird dann nicht schwer sein, auch bei gröfseren Bahnhofs-Anlagen das System herauszufinden, und werden die für die Bewältigung des complicirteren Betriebes nothwendig werdenden Einrichtungen sich leicht von selbst ergeben. Auf Blatt E sind die Durchgangsbahnhöfe New Brompton, Selling, Herne Bay, St. Mary Cray und Bickley, sämmtlich Stationen der London-Chatam and Dower railway, dargestellt.

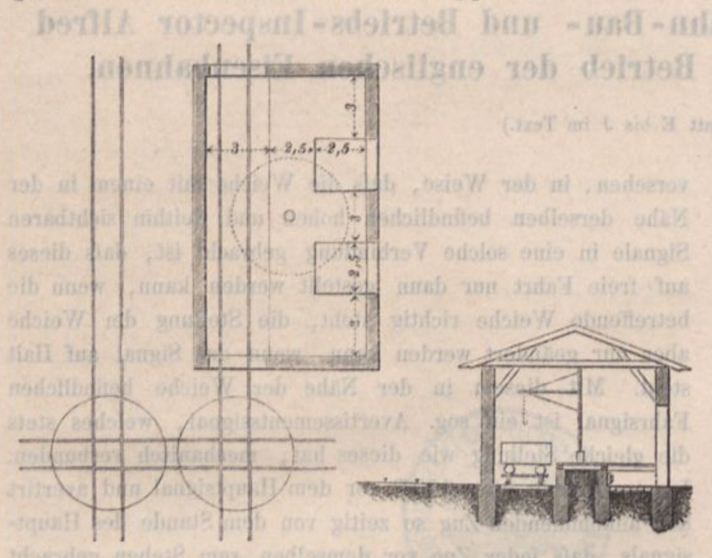
Bei der Betrachtung der Bahnhöfe finden wir, dafs alle Weichen, welche gegen die Spitze befahren werden, bei denselben vermieden sind. (Bekanntlich wird in England links gefahren.)

Dieses Princip wird in ganz England mit grofser Consequenz und Strenge durchgeführt und trägt dasselbe allerdings wesentlich zur Betriebssicherheit bei. Ist aber eine solche gegen die Spitze zu befahrende Weiche nicht zu vermeiden, wie bei Abzweigungen und Endstationen, so ist dieselbe mit einer Sicherheits-Stellvorrichtung versehen, in der Weise, dafs die Weiche mit einem in der Nähe derselben befindlichen hohen und weithin sichtbaren Signale in eine solche Verbindung gebracht ist, dafs dieses auf freie Fahrt nur dann gestellt werden kann, wenn die betreffende Weiche richtig steht, die Stellung der Weiche aber nur geändert werden kann, wenn das Signal auf Halt steht. Mit diesem in der Nähe der Weiche befindlichen Fahrsignal ist ein sog. Avertissementssignal, welches stets die gleiche Stellung wie dieses hat, mechanisch verbunden. Letzteres steht etwa 300^{m} vor dem Hauptsignal und avertirt den ankommenden Zug so zeitig von dem Stande des Hauptsignals, dafs jeder Zug vor demselben zum Stehen gebracht werden kann. Die Bedienung des dazu erforderlichen Apparates geschieht durch einen Beamten (Signalboxman), welcher durch einen elektrischen Apparat die nöthigen Mittheilungen von benachbarten Signalstationen erhält. Diese Signalstationen haben eine mittlere Entfernung von etwa 2 Kilom., welche in der Nähe gröfserer Stationen oft bis auf $0,_{3}$ Kilom. ermäfsigt wird. In den meisten Fällen ist der ganze Apparat in einer Bude über den Geleisen angebracht (Signalbox) und befinden sich die Signale direct über der Bude, wo dieselben wegen ihrer Höhe weithin sichtbar sind. Ist diese Einrichtung einmal nothwendig, so findet man, besonders bei Endstationen unter dem Schutze dieser Sicherheitsstellvorrichtung, von der Anwendung der gegen die Spitze zu befahrenden Weichen den ausgiebigsten Gebrauch gemacht, wovon später ausführlicher die Rede sein wird. Durch die erwähnte Vermeidung der spitz zu befahrenden Weichen ist allerdings ein Zurücksetzen der zu überholenden Züge erforderlich. Eine Störung oder Verzögerung des Betriebes wird hierdurch aber nicht herbeigeführt, da die Züge sich stets in Stationsdistanz folgen und das Zurücksetzen des höchstens 50 Achsen langen Güterzuges nicht die Zeit beansprucht, als die Fahrzeit des folgenden Zuges von der vorhergehenden Blockstation bis zum Einfahrts- resp. Avertissementssignal beträgt. Das Zurücksetzen der Züge geschieht meistens ohne Durchkreuzung eines Hauptgeleises, und so sehen wir deshalb auf jeder Seite des Hauptgeleises ein Ueberholungsgeleis (cf. Figur 1 bis 5 auf Blatt E). Wenn der Betrieb die Anlage mehrerer Ueberholungsgeleise erfordert, so werden dieselben meist aus dem bereits bestehenden Ueberholungsgeleise, oft aber auch wiederum direct aus dem

Hauptgeleise abgezweigt. Letztere Anordnung erfordert eine gröfsere Bahnhofshorizontale (cf. Fig. 5). Dieselbe beträgt indefs bei Station Bickley noch keine 440^{m}.

Sehr auffallend erscheint die geringe Länge dieser Ueberholungsgeleise, welche meist 100—200^{m}, in max. aber 300^{m} beträgt. Es entspricht dieses der dort üblichen Länge der Güterzüge.

Aufser diesen Ueberholungsgeleisen enthalten diese kleineren Stationen noch ein Lade- resp. Schuppengeleis, welches meist aus einem Ueberholungsgeleis abgezweigt ist. An diesem Geleise, sowie auch oft an dem Ende des auf derselben Seite der Hauptgeleise befindlichen Ueberholungsgeleises befindet sich der Güterschuppen.



Derselbe hat oft die in vorstehender Figur gezeichnete Gestalt. Ein Geleis führt stets durch denselben, und finden sowohl die Eisenbahn- als die Roll-Wagen Aufnahme in dem Schuppen. Das Fuhrwerk fährt rückwärts in einen Einschnitt im Perron hinein, und ist daher von allen Seiten zugänglich, so dafs das Ent- und Beladen desselben leicht und rasch bewerkstelligt werden kann, wozu nicht unwesentlich ein auf dem Perron stehender Krahn beiträgt. Die Leute sind aufserdem gegen die Witterung geschützt, was besonders im Winter nicht unterschätzt werden darf.

An die Schuppen schliefst sich häufig eine lange Rampe (Wharf) an, welche oft als Ladebühne ausgebildet erscheint.

Die Verbindung der Ladegeleise unter sich sowie mit den Ueberholungsgeleisen behufs Uebersetzen der von den Zügen mitzunehmenden Wagen geschieht sowohl durch Weichen, als mittelst Drehscheiben; auch findet man beide Arten vereinigt. Die Bahnhofspläne auf Blatt E und F beweisen dieses zur Genüge. Da die Ueberholungsgeleise zu beiden Seiten der Hauptgeleise liegen, die Ladegeleise mit den Schuppen in der Regel aber nur auf einer Seite vorkommen, so ist es klar, dafs die von der einen Richtung mitzunehmenden und auszusetzenden Wagen stets ein Hauptgeleis kreuzen müssen. Dieses Kreuzen ist allerdings ein Uebelstand, der sich aber bei keinem Bahnhofe vermeiden läfst. Nach unserem deutschen Systeme, wo die Ueberholungsgeleise auf der Seite der Ladegeleise zu liegen pflegen, ist nach der einen Richtung sowohl bei der Einfahrt als bei der Ausfahrt ein Durchschneiden des einen Hauptgeleises mit dem ganzen Zuge erforderlich. Die Meinungen sind noch sehr darüber getheilt, welchem Systeme der Vorzug zu geben ist. Jedenfalls ist dem deutschen Systeme ein Vorzug bei gröfseren Durchgangsbahnhöfen nur dann einzuräumen, wenn die Hauptgeleise aufserhalb aller anderen Bahnhofsgeleise liegen, und nur an den beiden Enden mit Weichen verbunden sind, welche letzteren aber durch Sicherheitsstellvorrichtungen gesichert sein müssen.

Das Anbringen und Abholen der Güterwagen zum und vom Güterschuppen geschieht bei den ganz kleinen Bahnhöfen, an denen selbstredend nur Localgüterzüge halten, stets von der Locomotive. Auf diesen Bahnhöfen sind deshalb auch keine Drehscheiben vorhanden, wie bei den Stationen New Brompton und Selling.

Mit dem zunehmenden Verkehre wächst die Zahl der beschäftigten Güterboden-Arbeiter und ist hiermit die Möglichkeit gegeben, die Wagen mittelst Drehscheiben vor den Schuppen und umgekehrt vom Schuppen in das für die mitzunehmenden Wagen bestimmte Geleis zu setzen, wie bei den Stationen St. Mary Cray, Sittingbourne, Canterbury, Kings Langlay u. s. w. (Figur 2 und 3 auf Blatt F). Der Aufenthalt des Zuges an der Station wird hierdurch verringert, indem die Locomotive nur die bereit stehenden Wagen abzuholen hat, während gleichzeitig die für die Station bestimmten Wagen abgehängt und von den Güterboden-Arbeitern zu den Schuppen gebracht werden. Selbstredend ist dieser Betrieb nur auf der Seite des Bahnhofs möglich, wo der Güterschuppen sich befindet. Auf der entgegengesetzten Seite gestaltet sich derselbe nicht ganz so einfach. Züge, welche auf dieser Seite halten, können ihre Wagen nur mit Durchkreuzung der Hauptgeleise absetzen und vor den Güterschuppen bringen, und umgekehrt. Da die gröfste Länge der Station zwischen den Endweichen höchstens 500^{m} beträgt, so ist der Bahnhof leicht zu übersehen und sind darum diese Durchkreuzungen der Hauptgeleise durch Locomotiven mit einzelnen Wagen ganz unbedenklich.

Das Uebersetzen der Wagen von den Ladegeleisen zu den gegenüber liegenden Ueberholungsgeleisen geschieht gleichfalls mit Durchkreuzung der Hauptgeleise, und zwar mittelst Weichenverbindungen sowohl, als auch vielfach durch Drehscheibensysteme, wobei dann beide Hauptgeleise senkrecht durchkreuzt werden, wie dieses die beiden Stationen Canterbury und Sittingbourne zeigen. Diese Kreuzungen befinden sich aber in unmittelbarster Nähe des Stationsgebäudes unter den Augen des Stationsvorstehers, wodurch der Betrieb gesichert erscheint.

Die Station Sittingbourne ist noch dadurch bemerkenswerth, dafs in unmittelbarer Nähe derselben in der Richtung nach London die Abzweigung nach Shernefs stattfindet. Diese auf freier Strecke stattfindende Abzweigung (Junction) ist durch eine bereits oben erwähnte Signalbox gesichert. Unter dem Schutze derselben sehen wir in der Einrichtung dieser Station bereits gröfsere Licenzen wie bei den bisherigen Stationen. Die spitz befahrenen Weichen sind zwar in der Station noch vermieden, aber es findet beim Zurücksetzen der Züge in die Ueberholungsgeleise nach beiden Richtungen hin ein Kreuzen des Hauptgeleises statt, und aufserdem ist eine senkrechte Kreuzung beider Hauptgeleise zum Uebersetzen einzelner Wagen vorgesehen.

Ueber die Einrichtungen für den Personenverkehr auf den englischen Durchgangsbahnhöfen ist Folgendes zu erwähnen:

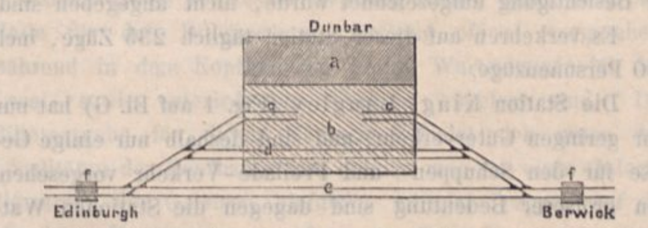
Das Ueberschreiten der Geleise seitens des Publicums ist streng untersagt. Es führt dieses zu der Anordnung von zwei an der Aufsenseite der Hauptgeleise sich gegenüber liegenden hohen Perrons, die über- oder unterirdisch mit einander in Verbindung stehen. Hohe Perrons erleichtern ungemein das Ein- und Aussteigen und sind dieselben bei Bahnen mit starkem Verkehr geradezu unentbehrlich. In der Regel befindet sich auf dem, dem Stationsgebäude gegenüber liegenden Perron nur eine Halle. Oft sind daselbst auch Wartesäle vorgesehen und sind nicht selten geradezu Doppelstationen errichtet, wo dann die eine Station das genaue Spiegelbild der anderen ist. Das Einsteigen in die Personenwagen sowohl, wie das Aussteigen geschieht nach beiden Richtungen hin stets auf derselben Seite, und zwar links von der Fahrrichtung des Zuges, weil in England links gefahren wird. Es ist hierbei die Lage des Stationsgebäudes ganz gleichgiltig, was für den Reisenden eine grofse Annehmlichkeit bietet, da er stets weifs, auf welcher Seite er ein- und auszusteigen hat. Zur Orientirung sind aufserdem sowohl an den Stationsgebäuden wie an der gegenüberliegenden Perronhalle, an Laternen, Bänken und wo es sonst angeht, die Namen der Stationen angeschrieben.

Die Hauptgeleise haben nur eine Weichenverbindung mit einander, deren Weichenzungen richtig (d. h. nicht gegen die Spitze) befahren werden. Soll ein Personenzug von einem Schnellzuge an der Station überholt werden, so setzt derselbe in das Ueberholungsgeleis zurück, welches sich an das betreffende Fahrgeleis anschliefst. Hier mufs derselbe so lange warten, bis der Schnellzug die nächste Blockstation erreicht hat, deren Entfernung aber, wie bereits erwähnt, selten mehr als 2 Kilom., oft aber nur $0{,}3$ Kilom. beträgt.

2. Betrieb auf gröfseren Durchgangsstationen.

Auf Blatt G bis J sind die Durchgangsstationen Kings Langley, Watford, Nuneaton und Willesden dargestellt, sämmtlich Stationen der London North-Western railway. Diese Bahn hat, wie bekannt, einen so colossalen Verkehr, dafs zwei Geleise für die Sicherheit des Betriebes nicht mehr als ausreichend erachtet werden. Es sollen demnach auf der Hauptlinie 4 durchgehende Hauptgeleise hergestellt werden, um die Züge nach ihrer Schnelligkeit trennen zu können. Es werden dann 2 Geleise von Personen-Schnellzügen und event. von durchgehenden Güter-Schnellzügen, die beiden anderen aber von den gewöhnlichen Personenzügen und Güterzügen befahren werden, so dafs auf jedem Geleise immer nur Züge von annähernd gleicher Geschwindigkeit verkehren.

Was bei den gröfseren Durchgangsstationen die Anlagen für den Personenverkehr anbetrifft, so ist es einleuchtend, dafs die beiden Hauptgeleise für einen geordneten Betrieb nicht mehr ausreichend sind. Mit der Zunahme der Gröfse einer Stadt wächst auch der Personenverkehr, und es wird sich die Nothwendigkeit herausstellen, eine Trennung von Geleisen und Perrons eintreten zu lassen für Schnellzüge, welche die Station passiren ohne zu halten, für Personenzüge, welche an der Station halten und event. überholt werden, und endlich für solche Local-Personenzüge, welche an der Station ihr Ende erreichen, oder von ihr ausgehen. Für letztere Züge wird die Station eine Kopfstation. Bei dieser Anordnung treten zu den beiden Aufsenperrons noch je nach Bedürfnifs ein oder mehrere Mittelperrons, wie aus den Plänen auf Blatt G bis J ersichtlich ist, hinzu. Alle diese Perrons sind wieder durch Ueber- oder Unterführungen mit einander verbunden. Auf den Mittelperrons befinden sich oft kleine Wartehallen (Waiting rooms) für das Publicum, zuweilen auch noch besondere für Damen (Ladies), ferner ein Restaurationslocal (Refreshment rooms) und mehrere Retiraden (Urinals). Alle diese Anlagen sind von so bescheidenen Dimensionen, dafs die Gesammtbreite des Mittelperrons selten mehr als 12^{m} beträgt; d. h. die wirkliche Breite, nicht von Geleismitte gemessen.



a. Stationsgebäude. b. Halle. c, c. Localzüge. d. Personenzüge. e. Schnellzüge. f, f. Signalbox.

Bei Hallen-Anlagen sind bei solchen Durchgangsstationen, an welchen die Schnellzüge nicht halten, wie z. B. bei der Station Dunbar zwischen Edinburg und Berwick, wie die vorstehende Skizze zeigt, die Schnellzugsgeleise oft ganz aufserhalb der Halle angelegt, so dafs dieselben vor der Station aus den Hauptgeleisen abzweigen, und nach der Station wieder in dieselben einmünden. Diese Abzweigungen sind selbstredend durch Sicherheitsstellvorrichtungen gedeckt. Da in den meisten Fällen an diese Sicherheitsstellvorrichtungen alle Weichen des Bahnhofs auf der betreffenden Seite angeschlossen werden, welche mit dem Hauptgeleise in Verbindung stehen, vielfach sogar auch alle anderen Weichen, so bildet sich ein Central-Weichen- und Signal-Apparat. Auf Bahnhöfen von geringer Längenausdehnung ist ein solcher Central-Apparat ausreichend. Bei gröfseren Bahnhöfen mit mehreren Abzweigungen der Hauptgeleise sind mehrere solcher Central-Apparate erforderlich, weil die Bedienung der Weichen auf eine gröfsere Länge als 300^{m} schwierig ist, während Signale noch bis zu 700^{m} Weite mit Sicherheit gestellt werden können. So zeigt die Station Nuneaton drei solcher Central-Apparate, in Entfernungen von 275 und 375^{m} von einander. Hiervon dienen 2 Apparate zur Sicherung der beiderseitigen Bahnhofseinfahrten und zur Stellung der dazu erforderlichen Weichen, während der dritte Apparat die beiden Abzweigungen auf freier Strecke nach Birmingham und Ashly de la Zouch sichert. Die Station Willesden hat 6 solcher Apparate.

Anlagen für den Güterverkehr.

Obwohl mit der Einrichtung des Central-Weichen- und Signal-Apparates jede gegen die Spitze zu befahrende Weiche ganz ungefährlich erscheint, so werden dieselben trotzdem bei der Einfahrt der Güterzüge in den Güterbahnhof meistentheils vermieden, und setzen die Züge trotz des gröfseren Verkehrs zurück. Ein interessantes Beispiel dieser Art ist aufser den in den Figuren 1 auf Bl. G sowie auf Bl. H und J gegebenen Bahnhöfen die auf Bl. G in Fig. 4 skizzirte Belgrove station in Glasgow. Diese Station, an der im Bau begriffenen Verbindungsbahn im Osten der Stadt gelegen, hat neben dem Personenverkehr hauptsächlich die Bestim-

mung, den Transport des Viehes zu dem grofsartigen Viehhof und der Schlachthalle Glasgows zu vermitteln. Das Vieh gelangt von den Perrons, welche in einzelne, unter sich und mit der dazwischen liegenden Strafse in Verbindung stehende, offene Ställe abgetheilt sind, mittelst einer Rampe direct in den Viehhof. Monatlich werden im Durchschnitt 800 bis 1000 Wagen aus- und eingeladen. Neben diesem Viehbahnhof wird noch ein Kohlen- und Producten-Bahnhof etablirt. Das Terrain dazu war bei meiner Anwesenheit bereits planirt, es fehlten aber noch die Geleise-Anlagen, weshalb dieselben auf dieser Skizze, die nur auf Grund localer Besichtigung aufgezeichnet wurde, nicht angegeben sind.

Es verkehren auf dieser Station täglich 235 Züge, incl. 130 Personenzüge.

Die Station Kings Langley (Fig. 1 auf Bl. G) hat nur sehr geringen Güterverkehr, und sind deshalb nur einige Geleise für den Schuppen- und Freilade-Verkehr vorgesehen. Von gröfserer Bedeutung sind dagegen die Stationen Watford und Nuneaton, da diese Knotenpunkte mehrerer Bahnen sind.

Bei der Station Watford (Bl. H) sind die 4 durchgehenden Geleise, wovon vorhin die Rede war, bereits durchgeführt, und zweigt hier aufserdem eine Linie nach St. Albany und nach Bickmansworth ab. Die beiden oberen Geleise dienen dem Güterverkehr, und befindet sich auf dieser Seite auch der Güterbahnhof. Zu beiden Seiten dieser Hauptgütergeleise befinden sich vor der Station, von Norden her gerechnet, je ein Ueberholungsgeleis, in welches die durchgehenden Züge, welche hier überholt werden, durch Zurücksetzen gelangen. Die Local-Güterzüge setzen in den Güterbahnhof zurück. Derselbe hat 5 resp. 6 Aufstellungsgeleise, aus denen nach beiden Hauptrichtungen und nach St. Albany hin direct abgefahren werden kann. Aufserdem sind besondere Geleise vorgesehen für den Güterschuppen, für einen Viehhof (Cattle Pens) und für den Freiladeverkehr. Alle diese Geleise laufen in einen Rangirkopf aus. Hier werden die von den verschiedenen Richtungen ankommenden Züge wie bei uns mittelst Locomotive und Weichen rangirt, d. h. die Züge werden getheilt, die für die Station bestimmten Wagen in die betreffenden Geleise gesetzt, und aus den andern und den von der Station abgehenden Wagen besondere Züge formirt, welche dann an ihren Bestimmungsort abgehen.

Das Drehscheibensystem, welches sich an der Seite des Güterschuppens befindet, dient aufserdem noch dazu, von dem Güterschuppen und den äufseren Ladegeleisen einzelne Wagen in die Aufstellungsgeleise zu setzen, und umgekehrt. Ein Rangiren wird durch dasselbe nicht bewirkt. Eine ähnliche Bedeutung hat das die Hauptgeleise senkrecht kreuzende Drehscheibensystem. Dieses dient dazu, die Eisenbahnwagen von der Laderampe für Pferde und Wagen (Horse and carriage Landing) auf kürzestem Wege den betreffenden Aufstellungsgeleisen zwischen den Hauptgeleisen zuzuführen, um sie von dort den Personenzügen anzuhängen, sobald dieselben an der Station halten, und umgekehrt.

Die Station Nuneaton (Bl. H) ist ein Knotenpunkt für 6 verschiedene Richtungen. Auf der Seite des Stationsgebäudes sehen wir einen Güterbahnhof, ähnlich dem vorhin beschriebenen. Nur befindet sich das Drehscheibensystem am stumpfen Ende der Geleise, und führt dasselbe durch den Güterschuppen, so dafs mit Leichtigkeit aus jedem Geleis Wagen in den Schuppen gebracht werden können. Zum Rangiren ist auf dieser Seite ein Rangirkopf vorgesehen.

Auf der gegenüber liegenden Seite der Hauptgeleise sind 6 Rangirgeleise angelegt, auf welchen alle nach Süden bestimmten Züge mittelst Locomotiven und Weichen, ganz wie bei uns, rangirt werden, um auf dem von dieser Station ausgehenden dritten Geleise nach London oder nach Leicester dirigirt zu werden. Diese stumpfen Rangirgeleise haben eine Länge von 150 bis 250^m.

3. Rangirbahnhöfe.

Bevor wir den Betrieb auf den Kopfstationen in gröfseren Städten näher besprechen, erscheint es angemessen, die Rangirbahnhöfe einer Betrachtung zu unterziehen. Dieselben sind gewissermaafsen ein vorgeschobener Bestandtheil der Kopfstationen und läfst sich der Betrieb auf manchen Kopfstationen nur unter Berücksichtigung dieser Rangirbahnhöfe erklären. In gröfseren Städten wird es nicht immer möglich sein, Rangirgeleise in unmittelbarer Nähe der Station anzulegen, weil der Raum zu beschränkt ist. Oft besitzt die Bahn an mehreren Punkten der Stadt Güterbahnhöfe. In diesen Fällen liegt es im Interesse eines geregelten Betriebes, an einem geeigneten Punkte einen Rangirbahnhof anzulegen. Einen solchen Rangirbahnhof von ganz aufsergewöhnlicher Ausdehnung zeigt die Station Willesden (Blatt J). Es ist dieses eine Station der bereits erwähnten London and North Western railway und liegt im Weichbilde Londons. Diese Bahn besitzt nämlich Güterbahnhöfe im Westen Londons (Kew, Richmond und Kensington), im Norden (Camden und Maiden Lane bei Euston), mitten in der City (die bekannte Broad street) und endlich im östlichen Stadttheile (Blackwall). Von allen diesen Stationen vereinigen sich die Güterzüge in Willesden, um hier rangirt zu werden. Ausgenommen hiervon sind einige durchgehende geschlossene Züge, welche von der Station Broad street aus nach gröfseren Städten des Nordens abgehen. Bei diesen ist ein Rangiren nicht erforderlich, da sie geschlossen nach einer Stadt gehen und gewissermaafsen eo ipso rangirt sind. Gleichzeitig werden auf diesem Rangirbahnhofe alle aus dem Norden und Westen kommenden Güterzüge rangirt, um sie den einzelnen Güterstationen der Stadt zuzuführen. Es ist leicht einzusehen, dafs hierdurch der Betrieb auf den Güterstationen in der Stadt wesentlich vereinfacht wird, da die Wagen, wie sie an der Station beladen sind, zugweise abgehen, und in gleichem Maafse die zu entladenden Wagen angebracht werden können. Diese Güterstationen, zugleich Kopfstationen, sind somit gewissermaafsen nur Ladestationen.

Der Rangirdienst auf der Station Willesden geschieht ganz wie bei uns mittelst Locomotiven und Weichen; keine einzige Drehscheibe befindet sich auf dem 3 Kilom. langen Bahnhofe. Die auf beiden Seiten der 4 durchgehenden Hauptgeleise (wovon die beiden oberen dem Güterverkehr dienen) liegenden Rangirbahnhöfe stehen durch Geleise in Verbindung, die unter den Hauptgeleisen unterführt sind. Im übrigen sind die Rangirgeleise in einzelne Bündel zerlegt, welche in einem Rangirkopf endigen. Da die Rangirgeleise eine Länge von 280 bis 480^m haben, also doppelt so lang sind, als die zu formirenden Züge, so werden die Geleise nach beiden Richtungen hin zum Rangiren benutzt.

4. Kopfstationen für Personenverkehr.

Ueber die Kopfstationen für Personenverkehr in den gröfseren Städten Englands finden wir sowohl in dem Werk von Schwabe, als ganz besonders in dem Hartwich'schen Werke, welches fast ausschliefslich nur Kopfstationen Londons und deren Einrichtungen zum Gegenstande seiner Besprechungen enthält, eine ganze Reihe der interessantesten Anlagen dieser Art, über welche in dem zugehörigen Text die erforderlichen Erläuterungen gegeben sind. Wenn ich dennoch einige Bemerkungen hinzufüge, so geschieht dieses, um auf einige Irrthümer aufmerksam zu machen, welche sich aus dem Studium des Hartwich'schen Werkes nur zu leicht ergeben können. Auf Seite 10 des benannten Werkes wird der Preufsischen Eisenbahnverwaltung der Vorwurf gemacht, die Beseitigung der Drehscheiben veranlafst zu haben. Diese Behauptung ist durchaus nicht erwiesen und unrichtig, da nur die Beseitigung von Drehscheiben sowie Schiebebühnen mit versenkten Geleisen in den Hauptgeleisen veranlafst worden ist. Dem gleichen Bestreben begegnen wir auch in England. In früherer Zeit war es allerdings üblich, sowohl bei Kopfstationen als auch bei Durchgangsstationen Drehscheiben in den Hauptgeleisen anzuwenden. Ich sah dieselben bei einigen der älteren Bahnhöfe Englands, z. B. Preston. Sie sind aber stets festgestellt und deshalb zur Zeit aufser Betrieb, und werden nach und nach beseitigt. Selbst bei den Kopfstationen finden Drehscheiben in den Hauptgeleisen immer seltener Verwendung.

Unter den im Hartwich'schen Werke veröffentlichten Bahnhöfen zeigen nur die Euston station der North-Western railway, eine der ältesten Stationen Londons, sowie der der London Brighton and south coast railway zugehörige Theil der Victoria station noch Drehscheiben in den Fahrgeleisen. Bei der Euston station sind aber die in dem Ankunfts- und Abfahrtsgeleise liegenden Drehscheiben festgestellt und durch einen hölzernen Perron überbaut, so dafs dieselben als nicht vorhanden betrachtet werden können. Sämmtliche neueren Personen-Bahnhöfe Londons haben, wie aus dem Hartwich-schen Werke zu ersehen, alle Drehscheiben in den Fahrgeleisen vermieden.

Eine der interessantesten neueren Personenbahnhofs-Anlagen, welche meines Wissens bisher noch nicht veröffentlicht wurde, ist die Station Liverpool der Great Eastern railway. Dieselbe ist in Fig. 2 auf Bl. G wiedergegeben. Auch hier sind Drehscheiben in den Hauptfahrgeleisen sorgfältig vermieden. Nur an dem westlichen Ende der Abfahrtsgeleise in der Nähe der Liverpool street sind Drehscheiben in Anwendung gebracht. Dieselben dienen lediglich localen Zwecken, nämlich dem Verladen von Pferden und Wagen, die in England weit häufiger als bei uns mit auf Reisen genommen werden. Das Zubringen und Abholen der Eisenbahnwagen geschieht indefs nur durch Maschinen und sind Weichenverbindungen bis in die unmittelbare Nähe der Drehscheiben angeordnet. Diese Station wurde von der Great Eastern railway gebaut, einestheils, um sowohl einen Personen- als auch Güter-Bahnhof in der City zu haben (der alte Personen-Bahnhof wird nämlich nach Vollendung der Station in einen Güter-Bahnhof verwandelt), andererseits aber, um einen Anschlufs an die unterirdischen Bahnen zu gewinnen. Diesen Verkehr vermittelt die nördliche Geleisegruppe, welche in Moorgate street station an die unterirdischen Bahnen anschliefst. Die südliche Gruppe des Bahnhofes dient ausschliefslich dem grofsen Verkehr auf der Hauptlinie nach Osten und Norden, während die 3 mittleren Gruppen dazu bestimmt sind, den Localverkehr aufzunehmen. Letztere münden auf einen mächtigen Querperron, der mit den äufseren Längsperrons unterirdisch verbunden ist.

Dem Zweck der verschiedenen Geleisegruppen entsprechend, sind auch die Räume des Stationsgebäudes disponirt. Die ganze Langseite des Gebäudes dient ausschliefslich dem Verkehr auf der Hauptlinie, und sind dem entsprechend grofse Wartesäle (Waiting rooms) und eine grofse Halle für den Billetverkauf (Booking office) vorgesehen, während in dem Kopfbau nur kleine Wartezimmer für den Local- sowie unterirdischen Verkehr angelegt sind. Die Billetausgabe für diesen Verkehr befindet sich unter den Localitäten des Kopfbaues und gelangt man von einer Galerie, die unter den Geleisen hinführt, mittelst Treppen auf die einzelnen Perrons resp. auf den grofsen Querperron, auf welchen die Perrons der mittleren Geleisegruppen münden.

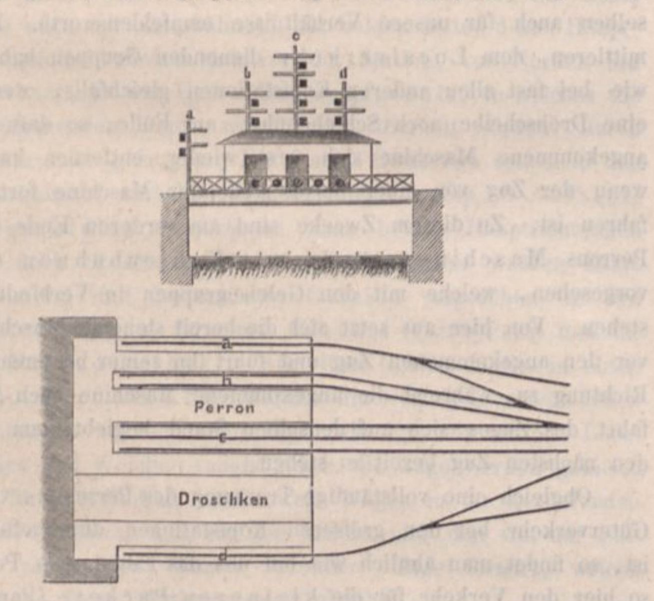
Ueber dem westlichen Flügel und dem Raume zum Verladen der Pferde und Wagen wird, wie dieses bei fast allen Kopfstationen Englands der Fall ist, ein mächtiges Hotel etablirt. Diese Terminus Hotels gewähren dem Reisenden eine wesentliche Erleichterung, und ist die Einführung derselben auch für unsere Verhältnisse empfehlenswerth. Die mittleren, dem Localverkehr dienenden Gruppen haben, wie bei fast allen anderen Kopfstationen gleichfalls, weder eine Drehscheibe noch Schiebebühne am Ende, so dafs die angekommene Maschine sich erst wieder entfernen kann, wenn der Zug von einer bereit stehenden Maschine fortgefahren ist. Zu diesem Zwecke sind am vorderen Ende der Perrons Maschinenstände mit Kohlenbühnen etc. vorgesehen, welche mit den Geleisegruppen in Verbindung stehen. Von hier aus setzt sich die bereit stehende Maschine vor den angekommenen Zug und führt ihn seiner bestimmten Richtung zu, während die angekommene Maschine nach Abfahrt des Zuges sich auf denselben Stand begiebt, um für den nächsten Zug bereit zu stehen.

Obgleich eine vollständige Trennung des Personen- vom Güterverkehr bei den gröfseren Kopfstationen durchgeführt ist, so findet man ähnlich wie bei uns das Eilgut resp. Post, so hier den Verkehr für die kleineren Packete (Parcel office) stets mit den Personenstationen vereinigt. Zuweilen sind besondere Räume in dem Hauptgebäude oder den Seitenflügeln vorgesehen. In neuerer Zeit pflegt man aber besondere Gebäude mit eigenen Geleisen einzurichten, wie bei der St. Pancras station und der vorliegenden Liverpool street station, sowie der in Fig. 3 auf Bl. G dargestellten Lime street station zu Liverpool. Die Parcel office liegt neben den Geleisegruppen für den Verkehr auf der Hauptlinie und hat 2 durch Drehscheiben verbundene Geleise, welche oft auch dazu dienen, die auf der Hauptlinie ankommenden Wagen und Pferde zu entladen.

Besonders erwähnenswerth ist bei dieser Station noch der unter dem vorderen Ende des mittleren Perrons angebrachte Lampenraum oder die Lampenhalle. Dieselbe ist pptr. 25^m lang und über 6^m breit und wird mittelst Oberlicht erleuchtet. Von dieser Halle führt eine Galerie quer unter alle Abfahrtsperrons, von welchen aus die Lam-

pen mittelst Hebevorrichtung (Lift) herauf befördert werden. Aehnliche Einrichtungen findet man vielfach, und wird in England bedeutend gröfsere Sorgfalt auf die Beleuchtung der Coupées verwendet, wie bei uns. Neben der Beleuchtung durch Gas wird zur Zeit versuchsweise Petroleum angewendet.

Es ist klar, dafs die verschiedenen Verbindungen, welche die Geleisegruppen mit den Hauptfahrgeleisen haben, um von allen Richtungen her einfahren und nach allen Richtungen hin ausfahren zu können, vor den Perrons eine Menge Geleisekreuzungen und Weichenverbindungen herbeiführen, die den Betrieb nach dem bei uns üblichen System wenn nicht ganz unmöglich, so doch jedenfalls höchst gefährlich erscheinen lassen. Durch die Einrichtung des Central-Weichen- und Signal-Apparates sind die Nachtheile der Kreuzungen und Weichenverbindungen vollständig beseitigt und jede Collision ganz unmöglich; vorausgesetzt, dafs die Locomotivführer die Signale beachten. Um jeden Locomotivführer sofort erkennen zu lassen, ob für seine Richtung das Signal steht, und in welche Geleisegruppe er einfährt, ist folgende Anordnung getroffen. Jede Geleisegruppe des Bahnhofs hat ihren eigenen Signalmast, meist auf der Signalbox selbst oder auf einem in der Nähe befindlichen erhöhten Standpunkte. An diesen Signalmasten befinden sich so viel Ein- und Ausfahrtssignale, als es Richtungen giebt, aus welchen in die Geleisegruppen eingefahren wird, und umgekehrt.



Beispielsweise zeigt vorstehende Skizze die Signale der Station Charing crofs.

Die Geleisegruppe *a* dient nur für den Localverkehr von und nach Greenwich und ist dem entsprechend auch nur ein einfacher Signalmast *a* vorgesehen. In die Gruppen *b* und *d* fahren Züge von je 2 Richtungen ein, während die Hauptgruppe *c* von Zügen nach allen 4 Richtungen hin benutzt wird. Dementsprechend haben die zugehörigen Signalmaste *b* und *d* je 2, der Mast *c* dagegen 4 Doppelarme.

Es fahren täglich 300 bis 400 Züge auf den 3 Geleisegruppen *b*, *c* und *d* ein und aus.

Aufserdem erfordert das Rangiren der Züge ein häufiges Benutzen der vorhandenen 5 Hauptgeleise. Für jedes Geleis ist deshalb am untern Theile der Signalbox (cf. Skizze) eine Scheibe vorgesehen, welche durch weifse oder rothe Farbe resp. Licht anzeigt, ob und welches Geleis zum Rangiren benutzt werden kann. Selbstredend stehen diese Scheiben in Verbindung mit dem ganzen Mechanismus der Stellhebel, derart, dafs kein collidirendes Signal gegeben werden kann.

Bei sehr dichtem Nebel, wo die Lichtsignale auf weitere Distanzen nicht mehr sichtbar sind, werden die Streckenarbeiter (Plate lagers) bei den Signalen aufgestellt. Dieselben führen Knallkapseln bei sich, welche so lange auf die betreffenden Schienen befestigt werden, als das Signal auf Halt steht. Zwischen diesen sind bei gröfseren Distanzen in abgemessenen Entfernungen von einander noch Arbeiter aufgestellt, um eine Verbindung durch Rufen herstellen zu können.

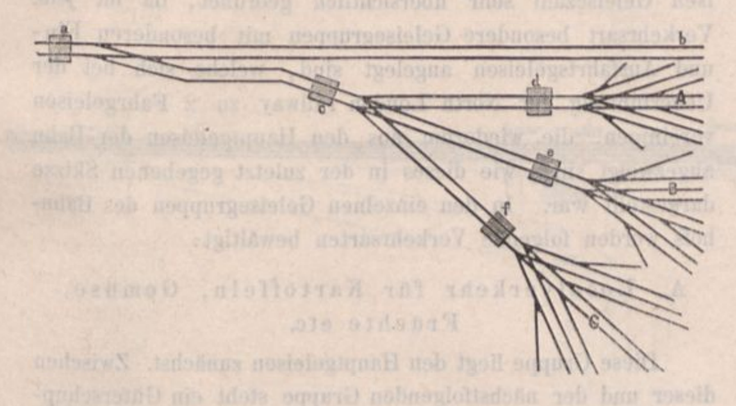
Directe Einwirkung auf die Signale haben weder der Stationsvorsteher (Stations master), noch der Assistent (Platform-inspector), da dieselben oft nicht einmal in telegraphischer Verbindung mit dem Signalboxman stehen, wie z. B. bei der Station Charing crofs. Dieser Letztere trägt vielmehr die ganze Verantwortung. Diese Verantwortung ist allerdings nicht so sehr bedeutend, da weder falsche noch collidirende Signale gegeben werden können. Der Signalboxman steht in telegraphischer Verbindung mit den benachbarten Signalboxmen, von welchen er über die Ankunft eines Zuges benachrichtigt wird. Es ist dann seine Sache, mittelst der in seiner Bude befindlichen Stellhebel die zu passirenden Weichen richtig zu stellen und das erforderliche Einfahrtsignal zu geben. Hierzu ist bei der grofsen Anzahl von Stellhebeln allerdings eine grofse Gewandtheit erforderlich. Nach der Einfahrt des Zuges wird das Signal auf Halt gestellt, wodurch die Weichen wieder frei werden. Das Zeichen zur Abfahrt giebt der Platform-inspector dem Locomotivführer mittelst einer kleinen Glocke oder Fahne. Dieser avertirt durch die Dampfpfeife den Signalboxman, welcher das Ausfahrtssignal giebt, nachdem die Weichen vorher richtig gestellt sind.

Figur 3 auf Bl. G zeigt das Umbauproject für die Station Lime street zu Liverpool. Ob dasselbe mittlerweile zur Ausführung gekommen ist, habe ich nicht erfahren können. Sämmtliche Geleisegruppen münden auch hier, wie dieses bei fast allen neueren Bahnhöfen der Fall ist, auf einen mächtig breiten Querperron. Die mittlere Gruppe enthält aufser einem äufseren Ankunfts- und Abfahrtsgeleis noch 8 innere Geleise, ähnlich wie die St. Pancras station der Midland railway zu London, welche zum Aufstellen von Wagen dienen. Alle diese Geleise, wie auch die Geleise aller anderen Gruppen münden in 2 Rangirköpfe, welche zwischen den Hauptgeleisen liegen. Von hier aus werden die ankommenden Züge mittelst Locomotiven und Weichen rangirt, d. h. getheilt und in die Aufstellungsgeleise gesetzt, und zugleich die abgehenden Züge neu formirt. Aufser 2 Locomotiv-Drehscheiben und 2 kleinen Drehscheiben am Ende der Ladegeleise für kleine Stückgüter befindet sich im Bahnhofe nur eine einzige Drehscheibe zum Verladen der Pferde und Wagen. Dieser Bahnhof liegt mitten in der Stadt Liverpool und sind auf einer Länge von nur 400^{m} 11 Strafsen über die Hauptgeleise und die Rangirköpfe zu überführen.

5. Kopfstationen für den Güterverkehr.

In gröfseren Städten ergiebt sich in den meisten Fällen die Nothwendigkeit, die Güterstationen als Kopfstationen herzustellen, um sie den Verkehrsmittelpunkten möglichst nahe

legen zu können. Die Gesammtdisposition dieser Bahnhöfe ist im Allgemeinen eine gleiche. Sind mehrere Verkehrsarten in einem Bahnhofe vereinigt, so sind in der Regel für jede Verkehrsart besondere Geleise und besondere Ladevorrichtungen vorgesehen, so dafs gewissermaafsen mehrere Einzelbahnhöfe mit eigenen Fahrgeleisen neben einander liegen, die unter dem Schutze eines Central-Weichen- und Signal-Apparates an einer Stelle aus den Hauptgeleisen abzweigen. Es bildet sich dann die in nachstehender Figur skizzirte Grundform.



Aus dem Hauptgeleise *ab* zweigen unter dem Schutze einer Signalbox *a* die Gütergeleise *ac* ab. Dieselben ziehen sich in der Regel neben und parallel den Hauptgeleisen hin in einer Länge *ac*, welche mindestens gleich einer Zuglänge ist, damit die Hauptgeleise stets frei sind, wenn der Güterzug auch nicht in den Güterbahnhof einfahren kann und vor der Signalbox *c* halten mufs. Von hier aus beginnt erst der eigentliche Güterbahnhof und theilen sich die Hauptfahrgeleise bei *c* wiederum in so viele Einzelfahrgeleise, als verschiedene Verkehrsarten auf dem Bahnhofe zu bewältigen sind. Bei der vorstehenden Skizze sind 3 Verkehrsarten angenommen, und zwar:

A Gemüse-Verkehr etc.,
B Colli-Verkehr,
C Wagenladungs-Verkehr.

Es werden dem entsprechend drei Fahrgeleise von je 2 Geleisen *cd*, *ce* und *cf* erforderlich, deren freie Länge mindestens gleich einer Zuglänge sein mufs, aus dem bereits vorhin erwähnten Grunde, um die Ein- und Ausfahrt bei *c* freizuhalten, wenn der Zug verhindert ist, in seine Gruppe einzufahren und etwa vor den Signalen *d*, *e*, *f* halten mufs. Von diesen Punkten *d*, *e*, *f* zweigen nun so viele Geleise ab, als zur Bewältigung des vorhandenen localen Verkehrs erforderlich sind. Dient der Güterbahnhof nur einer einzigen Verkehrsart, so ist es klar, dafs die Fahrgeleise *cd*, *ce* und *cf* in Fortfall kommen und die Abzweigung der Geleise schon in *c* beginnt.

Es ist leicht einzusehen, dafs diese Güterbahnhöfe in der einfachsten Weise angelegt werden können, wenn sich an einem geeigneten Punkte vor der Stadt ein Rangirbahnhof befindet, so dafs der Güterbahnhof gewissermaafsen nur eine Ladestation ist. Eine solche Station ist die von Hartwich auf Blatt X[a] bis X[e] seines Werkes veröffentlichte Broadstreet station der London and North-Western railway. Den Zusammenhang dieser Station mit dem grofsen Rangirbahnhof Willesden habe ich bei der Besprechung der Rangirbahnhöfe bereits hervorgehoben.

Die Notizen, welche Hartwich über die Broad street station gegeben hat, sind dürftig, und glaube ich, dafs es ganz willkommen ist, wenn ich einige ausführlichere Notizen gebe. Ich verdanke dieselben dem Goodsmaneger der Station, Mr. Kehn.

Die Station hat nur Personen-Localverkehr nach Kew und Richmond einerseits (London and North Western railway) und nach Blackwall andererseits (North London railway). Stündlich laufen 24 Züge ein und eben so viele aus.

Die Güterstation gehört der London North Western railway.

Es werden täglich 750 bis 1000 Wagen be- und entladen mit 1200 bis 1500 tons (1 ton = 20 Ctr.) Stückgut. Von diesen Wagen sind 100 bis 350 leer abgehend. Zum Be- und Entladen der Wagen sind 460 bis 600 Arbeiter erforderlich. Dieselben arbeiten abwechselnd von 11 Uhr Morgens bis $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends und von 12 Uhr Nachts bis 11 Uhr Morgens.

Die An- und Abfuhr geschieht nicht allein auf Kosten der Verwaltung, sondern in Verbindung mit dem Spediteur Pickford. Es sind zu diesem Geschäfte 500 Pferde in Thätigkeit. Die Pferde werden gemeinschaftlich gehalten und haben ihre Stallungen ebenfalls unterirdisch, woselbst sich gleichfalls Lagerräume für Futter etc. befinden.

Es ist jeder Firma gestattet, ihre Güter selbst abzuholen oder anzubringen, wovon indessen niemals Gebrauch gemacht wird.

Die Abfuhr der angekommenen Güter in die Stadt findet vorzugsweise in den Morgenstunden bis 12 Uhr statt, während die Anfuhr der Waaren aus der Stadt Nachmittags und Abends bewerkstelligt wird. Das angefahrene Gut wird denselben Tag noch verladen und geht Nachts ab, so dafs bei Tagesanbruch alle Perrons leer sind.

Es sind im Ganzen 12 gewölbte Ladehallen vorhanden mit einer dazwischen liegenden Durchfahrt. Jede Halle hat einen erhöhten Perron, welcher auf Blatt X[b] des Hartwich'schen Werkes schraffirt ist. Diese Perrons münden sämmtlich in einen ebenfalls erhöhten Längsperron an der Seite der Fahrstrafse. Auf diesen werden die mit Rollwagen aus der Stadt angefahrenen Collis zunächst abgeladen und mittelst kleiner Handwagen entweder direct in die an den Perrons stehenden Eisenbahnwagen verladen, oder aber auf die einzelnen Perrons vertheilt. Die verschiedenen Perrons dienen nämlich verschiedenen Richtungen und sind die betreffenden Stationen mit grofsen Aufschriften an den Wänden bezeichnet. Das Verladegeschäft wird hierdurch wesentlich erleichtert. Die Krahne, deren 2 bis 4 auf jedem Perron stehen, gelangen nur bei schweren und subtil zu behandelnden Collis zur Anwendung. Die kleinen Handwagen sind gewogen und ist das Gewicht an denselben durch Schrift bezeichnet, so dafs, wenn die Collis über die Waage fahren, das Gewicht derselben ohne jeden Zeitverlust constatirt werden kann.

Im Allgemeinen werden die mit der Bahn ankommenden Güter direct abgefahren. Es ist aber gestattet, gegen ein vereinbartes Lagergeld dieselben zu lagern, und ist hierzu das dem Empfangsgebäude zunächst liegende Gewölbe vorgesehen. Aufserdem befinden sich unter den Ladehallen noch Gewölbe für Wein etc.

Die Versicherung dieser Waaren ist lediglich Sache jeder einzelnen Firma. Die Höhe des Lagergeldes ist sehr verschieden und richtet sich allein nach der Concurrenz, so daſs unter Umständen, mit Rücksicht auf den aus der Fracht zu erzielenden Gewinn, überhaupt kein Lagergeld erhoben wird.

Die Zahl der Beamten auf dieser Station beträgt 140 und sind noch 50 auf der nächsten Station beschäftigt.

Die Ladeunkosten für 1 ton betragen über 2 Shilling (2 Mark) an Handarbeit und Büreau-Unkosten von der Zeit der Ankunft bis zum Abgang und umgekehrt. Nicht mit eingerechnet sind hierbei die An- und Abfuhr, die Maschinen, Hydrauliks und 12 Pferde zum Zusammenstellen der Züge.

Die Züge werden in maximo aus 30 Wagen zusammengesetzt und fahren mit 5 Meilen (deutsche) Geschwindigkeit zwischen den Personenzügen.

Die Tarifirung der Güter geschieht nach 5 Klassen und wird nur nach Gewicht bezahlt, wobei als Minimum 2 tons angenommen sind.

Was die Unkosten der Maschinerien anbetrifft, so wurden mir hierüber folgende Notizen zu Theil:

Der Verschleiſs der Hanfseile bei den Capstans ist ein sehr starker. Das Seil hält bei feuchtem Wetter auſsenseits nur 2 bis 3 Stunden, innerhalb der Halle etwa 3 Tage. Bei den Hebevorrichtungscapstans sind 2 bis 3 Seile an einem Morgen nothwendig. Die hydraulischen Hebevorrichtungen arbeiten mit 760 Pfd. pro □Zoll (50 Atmosphären).

Jeder Accumulator hat 50 tons Eisenschlacken als Gewicht. Es arbeiten 3 Maschinen à 86 Pferdekraft mit 6 Kesseln. 2 Maschinen mit 4 Kesseln sind stets in Thätigkeit. Der Kohlenverbrauch beträgt für diese Kessel Tag und Nacht 60 bis 70 tons.

Die Station wird, da die Räumlichkeiten nicht mehr ausreichen, erweitert.

Die dortigen Arbeitslöhne sind aus der nachstehenden Aufstellung zu ersehen. Der wöchentliche Lohn beträgt für die

Porters (Träger)	20 bis 22 Shilling,
Shippers (Wieger)	23 bis 28 -
Checkers (Anmelder)	22 bis 27 -
Callersoff / Unladers (Lader)	21 bis 25 -
Shunters (Rangirer)	23 bis 25 -
Horsetrivers (Fuhrleute)	21 bis 23 -
Capstand man	21 bis 23 -

Nach diesen Angaben wird man leicht im Stande sein, die ungeheuren Unkosten dieses Betriebes zu berechnen.

Die Kosten dieser Anlage sowohl, als auch die des Betriebes sind so enorm, daſs dieselben nur mit Rücksicht auf die auſsergewöhnlichen Kosten des Terrains gerechtfertigt erscheinen. Dieselben betragen beispielsweise bei der bereits erwähnten Liverpool street station der Great Eastern railway 80 M. pro Quadratfuſs englisch, bei der Holborn station der London, Chatam and Dower railway über 100 M. pro Quadratfuſs englisch, so daſs die Themsebrücken in Folge Wegfalls des Grunderwerbs der billigste Theil der Bahn sind. Solche Anlagen, die ihre Entstehung ganz auſsergewöhnlichen Verhältnissen verdanken, zur Nachahmung für unsere Verhältnisse zu empfehlen, erscheint gewagt, und bedarf es jedenfalls der sorgfältigsten Erwägung in Bezug auf Anlage- und Betriebsunkosten, abgesehen von den Betriebserschwernissen, wenn eine solche Einrichtung ausgeführt werden soll. Aus diesen Beispielen Principien herleiten zu wollen, möchte sehr bedenklich erscheinen. —

Einen der groſsartigsten Güterbahnhöfe im Innern Londons, in welchem zugleich auch die Güterzüge rangirt werden, besitzt die Great Northern railway bei Kings croſs. Diese Anlage ist im Hartwich'schen Werke auf Tafel IX veröffentlicht. Dieser Bahnhof ist trotz seiner groſsen Geleisezahl sehr übersichtlich geordnet, da für jede Verkehrsart besondere Geleisegruppen mit besonderen Ein- und Ausfahrtsgeleisen angelegt sind, welche sich bei der Ueberführung der North London railway zu 2 Fahrgeleisen vereinigen, die wiederum aus den Hauptgeleisen der Bahn abgezweigt sind, wie dieses in der zuletzt gegebenen Skizze dargestellt war. In den einzelnen Geleisegruppen des Bahnhofs werden folgende Verkehrsarten bewältigt:

A. Localverkehr für Kartoffeln, Gemüse, Früchte etc.

Diese Gruppe liegt den Hauptgeleisen zunächst. Zwischen dieser und der nächstfolgenden Gruppe steht ein Güterschuppen der Midland railway. Die Bedienung dieses Schuppens geschieht vom Einfahrtsgeleise der Gruppe B aus, während die abgehenden Züge das Abfahrtsgeleis der Gruppe A benutzen. Ich brauche wohl nicht hervorzuheben, daſs alle diese Abzweigungen durch Central-Weichen- und Signal-Apparate gedeckt sind.

B. Localverkehr für Colligut.

Hierzu dient eine mächtige Güterhalle mit 12 Aufstellungs- und 2 Ladegeleisen.

C. Wagenladungsverkehr für Kohlen, Steine etc.

Diese Gruppe zerfällt in 2 Abtheilungen und zwar dient C^a zur Bedienung der groſsartigen erhöhten Kohlenmagazine und der directen Verladung in die Schiffe. Diese Gruppe umfaſst 36 Geleise.

C^b enthält 12 Geleise, welche gruppenweise auseinander gezogen sind und zwischen sich Ladeplätze bilden. Hier werden die für die Privaten der Stadt ankommenden Wagen zurechtgestellt, um in bestimmten Fristen entladen zu werden. Ein Theil dieser äuſseren Lagerplätze ist ständig vermiethet und umzäunt.

D. Locomotiv-Bahnhof.

Derselbe enthält Schuppen für über 100 Locomotiven, welche hier stationirt sind. Von diesen sind 60 täglich in Gebrauch. Hier werden auch die kleineren Reparaturen bewerkstelligt. Zwischen dieser und der folgenden Gruppe liegt ein Locomotivschuppen der Midland railway, der indessen von dieser Bahn nicht benutzt wurde.

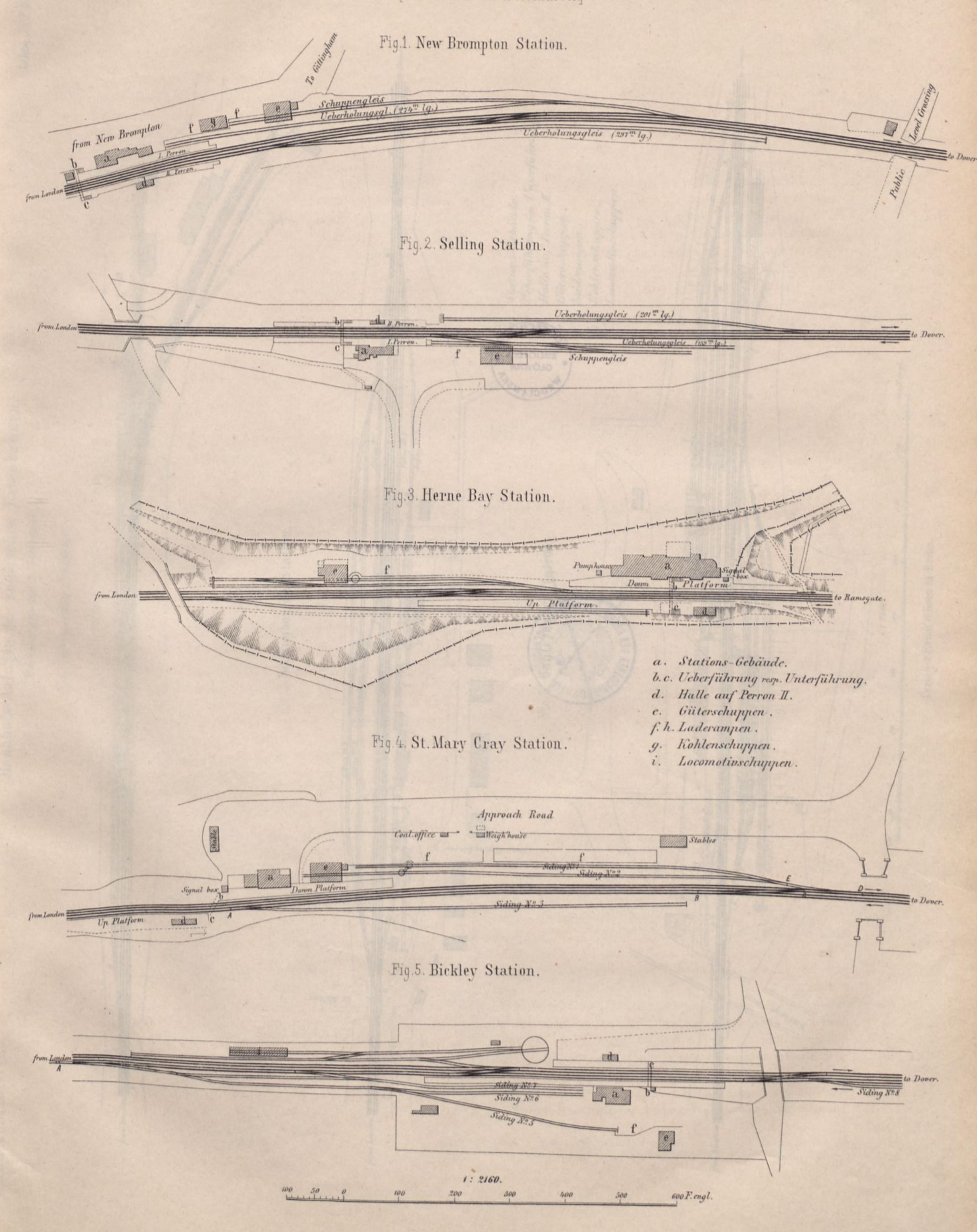
E. Depot für Kohlen und Oberbau-Materialien der Bahn.

F. Verbindungsbahn

dieser Bahnhofsanlage mit dem höher gelegenen Viehbahnhofe der North London railway resp. der London North Western railway.

Der Betrieb gestaltet sich auf dieser Station nach Aussage des Goodsmanegers in folgender Weise bei den ein-

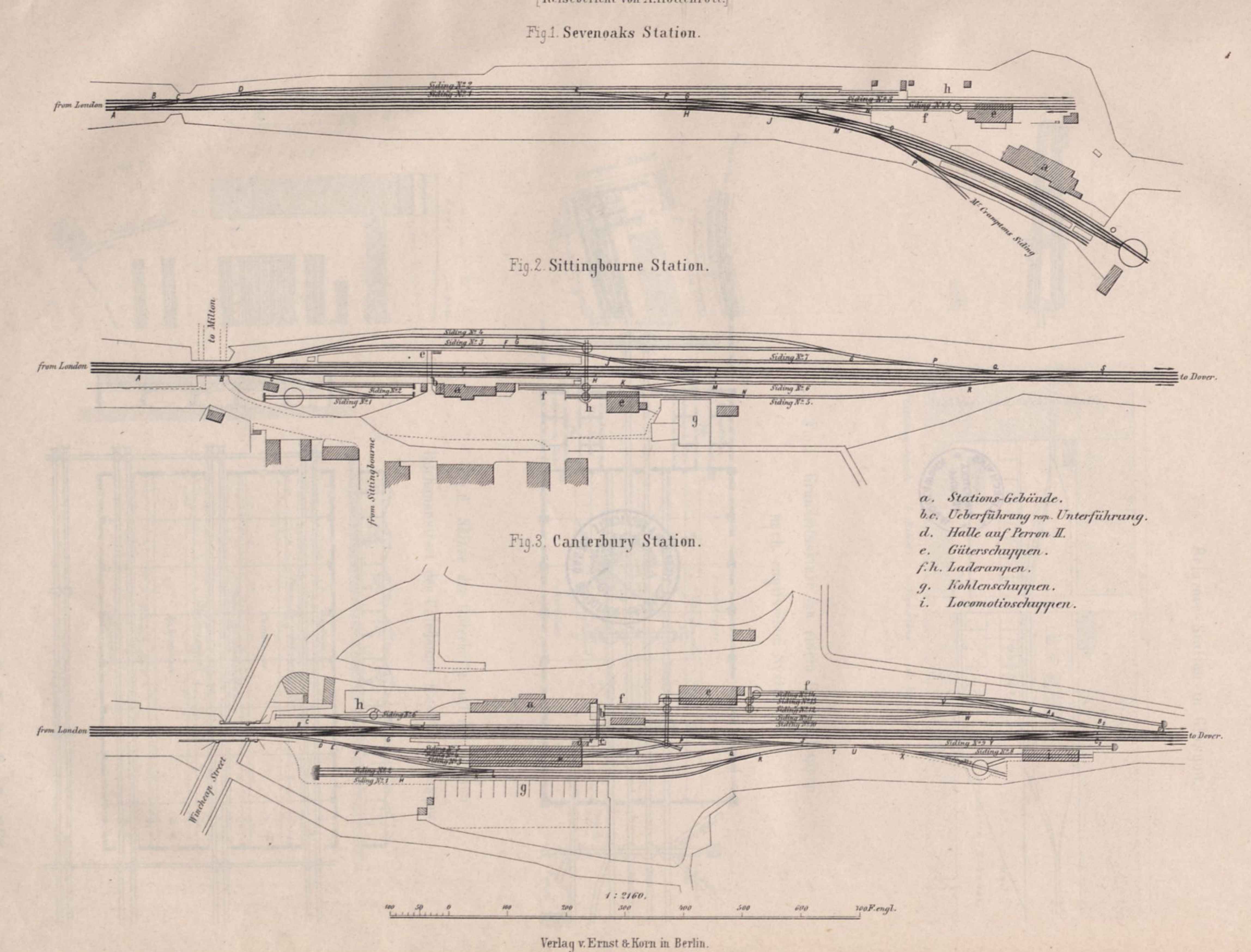
[Reisebericht von A. Hottenrott.]



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

[Reisebericht von A. Hottenrott.]



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Bahnhofs-Anlagen der englischen Eisenbahnen.

Fig. 1. Kings-Langley-Station. [London & North Western Eisenbahn].

Schnitt AB.

Fig. 2. Liverpool Station. [Great Eastern Eisenbahn] City terminus.

Fig. 3. Umbau-Project für die Station Lime street zu Liverpool der London & North Western Eisenbahn.

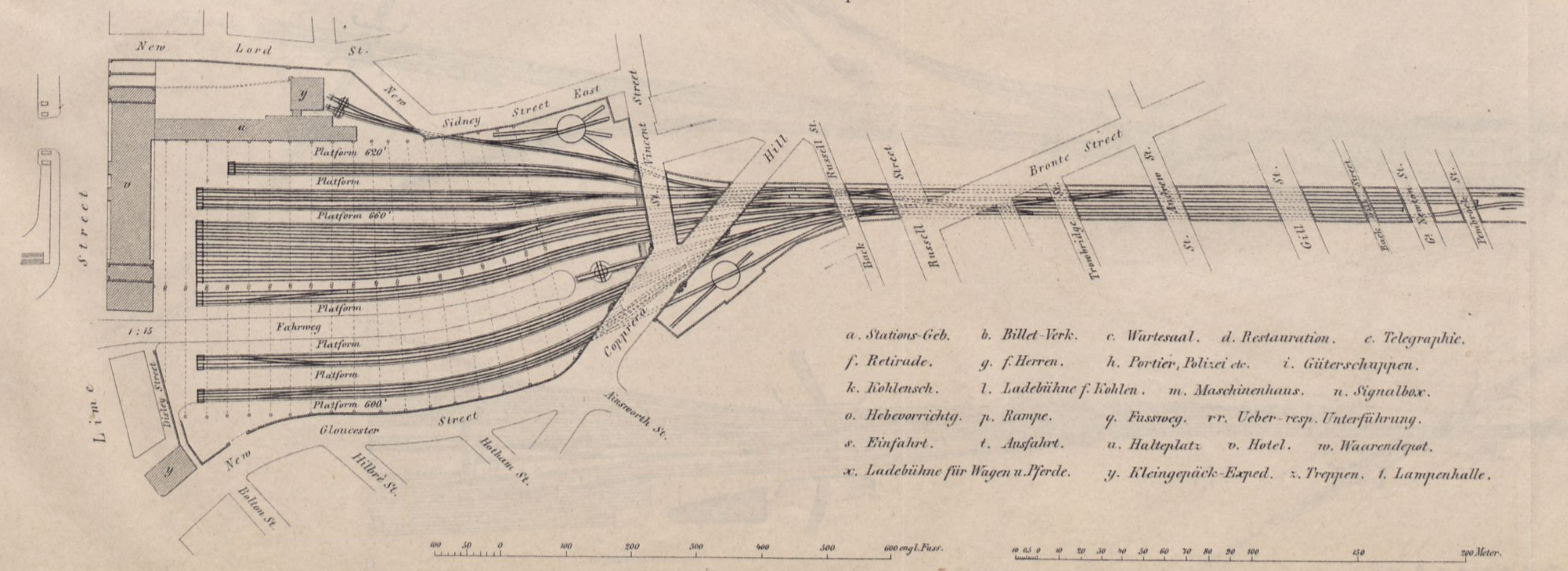
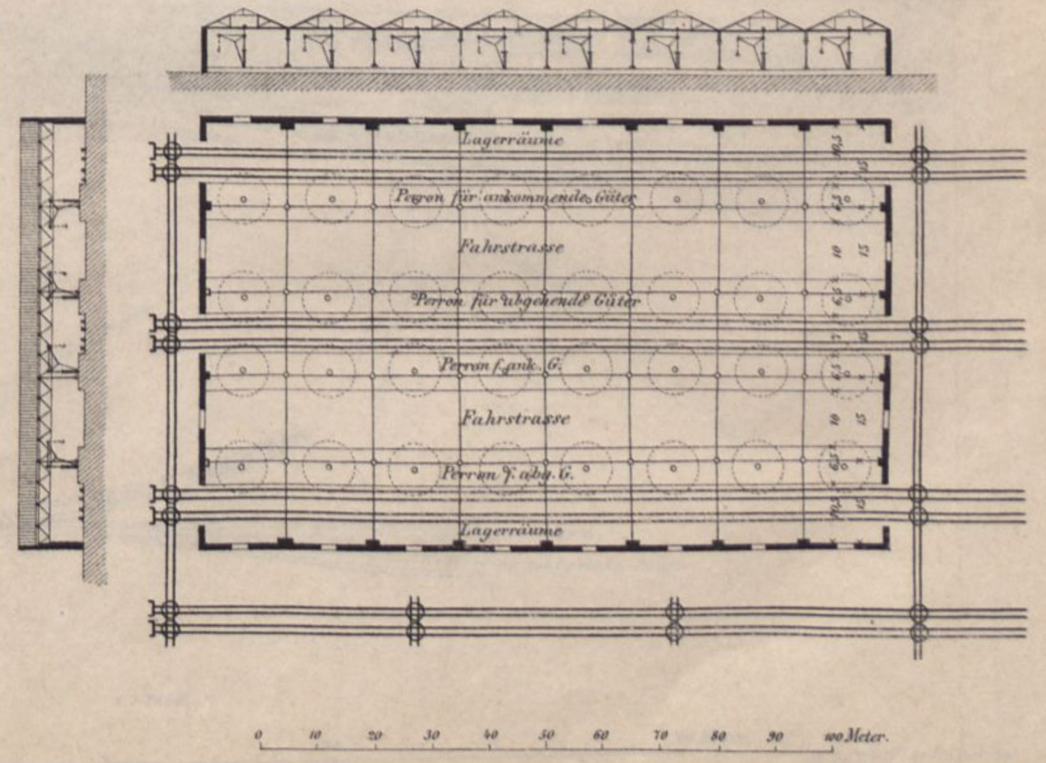


Fig. 4. Belgrove-Station in Glasgow.

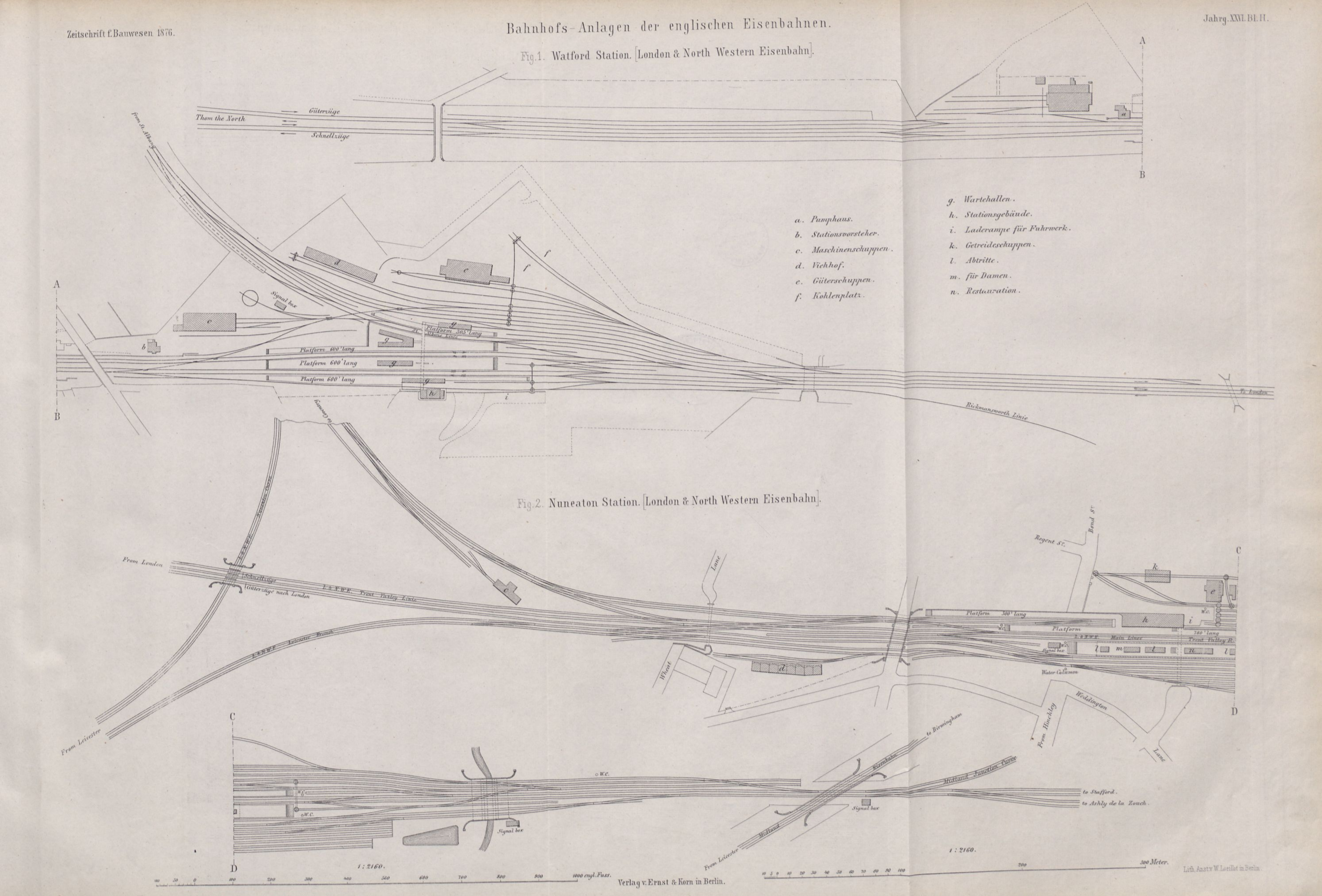
a. Stationsgebäude. b. Billet. c. Signalbox. d. Eingang.

Fig. 5. Grundrissskizze zu einem Güterschuppen nach englischem System.

Fig. 6. Skizze der Güterhalle auf der Station Buchananstreet der Caledonien Eisenb. zu Glasgow.



Bahnhofs-Anlagen der englischen Eisenbahnen.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Bahnhofs-Anlagen der englischen Eisenbahnen.

Willesden Junction. [London & North Western Eisenbahn.]

from the North

River Brent

Schnellzüge

Güterzüge

A

B

NB. Der Maſsstab 1 : 4320 ist für die Längen-Ausdehnung des Bahnhofs, für die Breiten-Ausdehnung wurde ein gröſserer Maſsstab gewählt, um eine angemeſsene Geleiseentfernung zu erhalten.

A

B

S.B.

Güterzüge

Schnellzüge

to Euston

1 : 4320.

100 50 0 100 200 300 400 Meter.

1 : 4320.

100 50 0 100 200 300 400 500 1000 1500 engl. Fuss.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

zelnen Gruppen. Ich beginne mit der Gruppe B, in welcher der Localverkehr für Colligüter bewältigt wird. Aus den beiden Fahrgeleisen dieser Gruppe, welche eine Länge von pptr. 260^{m} zwischen der Haupt-Signalstation an der Ueberführung der North London railway und der Signalstation an der Ueberführung der York-Strafse haben, zweigen sich etwa 20 Geleise ab, über deren stumpfen Enden die Ladehalle errichtet ist. Letztere ist ca. 180^{m} lang (incl. dem Speicher) und beträgt die Länge der Geleise von dieser Halle bis zur Vereinigung derselben in den Hauptgeleisen etwa 210^{m}. Die Gesammtlänge dieses Bahnhofes beträgt demnach 650^{m} von der Haupt-Signalstation gerechnet, d. i. mehr als 4 Zuglängen, da letztere nur 150^{m} beträgt.

Die ankommenden Züge fahren nur bis an den Schuppen vor und zwar auf der linken Hälfte von der Fahrrichtung aus gerechnet, da nur diese Hälfte der Geleise in Weichenverbindung mit dem Einfahrtsgeleise steht. Die Locomotive setzt durch die unmittelbar vor dem Schuppen befindlichen Weichenverbindungen zurück, setzt sich hinter den Zug und zieht ihn in das Ausfahrtsgeleis zurück. Dieses steht in directer Weichenverbindung mit allen Hallengeleisen und wird der Zug von diesem Geleise aus rangirt, d. h. die Wagen in die bestimmten Geleise des Schuppens vertheilt, um von hier aus nach Bedarf mittelst der Drehscheibensysteme und einiger Capstans zum Ankunftsperron oder in das vor Kopf des Schuppens liegende Magazin zu gelangen und hier entladen zu werden. Die Entladung geschieht durch eine Anzahl hydraulischer Krahne über den Perron hinweg in die Fuhrwerke oder aber in Schiffe, da ein Stichcanal von dem vor Kopf des Schuppens befindlichen Bassin bis unter die Perrons geführt ist.

Die entladenen Wagen gelangen mittelst Drehscheiben und Capstans auf die andere Seite der Halle an den Abfahrtsperron, um hier direct beladen zu werden. Von dort werden sie mit den übrig bleibenden leeren Wagen auf den rechtsseitigen Hallengeleisen zusammengestellt und an das Ende der Halle nach der Bahnhofsseite hin vorgebracht. Diese Hallengeleise dienen verschiedenen Richtungen, oft aber nur einer einzigen gröfsern Station. In letzterem Falle bilden sich sogenannte geschlossene Züge, welche direct aus der Halle abfahren.

Im Uebrigen werden die beladenen und event. leer abgehenden Wagen von der Locomotive herausgezogen und in den vor der Halle befindlichen Geleisen genau wie bei uns nach Stationen rangirt.

Das Rangiren geschieht vom Ausfahrtgeleise als Rangirkopf. Diese Benutzung erscheint hier um so unbedenklicher, als das Rangiren in unmittelbarer Nähe der Signalbox geschieht, von welcher zugleich auch die Ausfahrtsignale ertheilt werden.

Die folgende Gruppe C dient, wie schon oben erwähnt wurde, dem Wagenladungsverkehr für Kohlen, Steine etc. Aus den Fahrgeleisen zweigen 36 resp. 48 Geleise ab, welche zu den grofsen Kohlen-Magazinen Londons und zu den am Wasser gelegenen Ladeplätzen für Steine führen. Das linksseitige Einfahrtsgeleis steht nur mit einigen Geleisen in Weichenverbindung. Es müssen demnach wie bei Gruppe B die Züge in das Ausfahrtsgeleis zurückgezogen werden. Dieses steht in Verbindung mit sämmtlichen 48 Geleisen und werden von hier aus, wie bei der vorigen Gruppe, alle Züge mittelst Locomotiven und Weichen rangirt, d. h. den zugehörigen Ladegeleisen resp. Magazinen zugeführt.

Die leeren Wagen werden ganz in derselben Weise wieder geordnet und gelangen zur Abfahrt. Die Benutzung des Ausfahrtgeleises als Rangirkopf ist bei dem enormen Verkehr und der Anzahl von 48 Geleisen allerdings bedenklich und gehören Stagnationen nicht zu den Seltenheiten. Dieselben würden durch die Anlage mehrerer Rangirköpfe neben dem Abfahrtsgeleise zu vermeiden gewesen sein.

Wenn wir nun in der Betrachtung der Gruppen weiter gehen, so finden wir an dem dem Innern der Stadt zugekehrten äufsern Ende der 12 Geleise der Gruppe C^{b} Drehscheibensysteme. Diese Geleise dienen, wie bereits erwähnt wurde, dem Freiladeverkehr. Es werden hier Kohlen und Steine direct in das Stadtfuhrwerk geladen und umgekehrt. Locomotiven verkehren an dieser Stelle nicht, und dienen die Drehscheiben wesentlich dazu, einzelne Wagen, wenn sie entladen sind, von einem Ladestrange auf den anderen zu setzen, um dieselben dort zu beladen. Vielfach wird der Wagen auch nur von dem einen Geleise des Ladestranges auf das andere gesetzt, da meistens das eine Geleis zum Zuführen der Wagen und zum Be- oder Entladen, das andere dagegen zum Aufstellen der abgehenden Wagen dient.

Die Entfernung zwischen den Ladesträngen beträgt, je nachdem von einer oder von zwei Seiten geladen wird, $10,_{6}{}^{m}$ resp. 18^{m}.

In ähnlicher Weise sind Drehscheibensysteme in den Geleisen der Gruppe E angewandt, welche als Depot für Oberbau-Materialien und Kohlen für die Bahn dienen. Durch die Drehscheibensysteme werden die verschiedenen Ladegeleise des Kohlendepots mit einander verbunden. Es ist dieses dieselbe Verwendung, wie wir sie in ähnlicher Weise auch in der Güterhalle bereits kennen gelernt haben. —

Wie vorhin erwähnt wurde, dient bei den Ladesträngen mit 2 Geleisen das eine zum Zuführen, das andere zum Abholen der Wagen. Die Drehscheibensysteme in Entfernung von 45^{m} bis 60^{m} dienen nur zur Verbindung derselben, nicht aber dem Ladegeschäft. Wenn nun die Drehscheibensysteme in geringeren Entfernungen von einander angelegt werden, etwa in 15 bis 20^{m} Entfernung, wenn ferner das Ladegeschäft auf diese Geleise verlegt wird, während die früheren Ladegeleise nur noch für Ab- und Zufuhr dienen, so entsteht die Anordnung, welche die Gruppe A des Bahnhofs zeigt, welche den Verkehr für Kartoffeln, Gemüse und Früchte enthält.

Die Bestimmung der Drehscheiben ist auch hier wie in der Güterhalle das Vorbringen der Wagen an den Perron und demnächst Zurückstellen derselben in das Abfuhrgeleis.

Jedes noch so ungünstig gestaltete Terrain kann durch dieses System zum Verladen vollständig ausgenutzt werden.

Ich glaube berechtigt zu sein, aus dem bisher Gesagten folgende Schlüsse ziehen zu dürfen über die Verwendung von Drehscheiben und Weichen in England:

1) Die Drehscheiben gelangen wesentlich im Localverkehr zur Verwendung und dienen dazu:

a. Wagen von dem Aufstellungsgeleise vor den Perron zu bringen, und umgekehrt,

b. Wagen von einem Ladestrang auf einen andern zu versetzen. — Die Benutzung der Locomotivkraft ist hierbei ausgeschlossen.

2) Die Weichen werden wesentlich für den durchgehenden Verkehr, sowie zur Unterstützung resp. zur Verbindung des Drehscheiben-Verkehrs mit dem Durchgangsverkehr verwendet, und zwar:

a. zum Rangiren,

b. zum Zubringen von Wagen aus den Fahrgeleisen zu den Aufstellungsgeleisen, sowie umgekehrt,

c. zum Zubringen der Wagen zu den Ladesträngen, und umgekehrt.

Leider habe ich keine Pläne von weiteren Güterbahnhofs-Anlagen in gröfseren Städten erhalten können und will ich mich deshalb darauf beschränken, eine systematische Uebersicht der verschiedenen Güterhallen-Anlagen Englands zu geben, soweit ich dieselben kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Es lassen sich leicht folgende Hauptgruppen unterscheiden:

1. Güterhallen mit inneren Aufstellungsgeleisen zwischen 2 Perrons.

Diese Anlagen werden in neuerer Zeit überall da ausgeführt, wo eine genügende Breitenausdehnung für den Bahnhof vorhanden ist. Zwischen den beiden Perrons, von denen einer für ankommende Güter, der andere für abgehende Güter dient, liegen aufser den eigentlichen Lade- oder Perrongeleisen noch eine Anzahl Aufstellungsgeleise. Diese dienen dazu, die angekommenen, für die Station bestimmten Wagen aufzunehmen, um sie von hier aus nach Bedürfnifs an den Ankunftsperron zum Entladen zu bringen. Gleichzeitig dienen diese Geleise dazu, die an dem Abgangsperron beladenen, sowie die von der Station abgehenden leeren Wagen aufzunehmen. Hier werden nun die von der Station abgehenden Wagen zusammengestellt und, wie bereits oben erwähnt wurde, entweder vor der Halle rangirt, oder aber zu einer Rangirstation gebracht, oder aber endlich als geschlossene Züge direct abgefahren. Die Verbindung der beiden Perrons unter sich, sowie mit den Aufstellungsgeleisen geschieht in zweckmäfsiger Weise mittelst Drehscheibenreihen.

Ein Beispiel dieser Art ist die bereits mehrfach erwähnte Güterhalle der Great Northern railway bei Kings crofs zu London.

Die Halle hat excl. des davor liegenden Getreidespeichers eine innere Länge von 152^{m} und enthält aufser 2 Ladeperrons mit je einer Fahrstrafse und je einem Ladegeleise 12 Aufstellungsgeleise resp. Sammelgeleise, welche durch 5 Drehscheibensysteme mit einander in Verbindung stehen. Der Betrieb wurde bereits eingehend besprochen. Anlagen dieser Art dürften sich gerade für unsere Verhältnisse sehr zur Nachahmung empfehlen, da sie in Folge der todt auslaufenden Geleise an jeder Stelle des Bahnhofs placirt werden können. Die grofse Zahl der inneren Aufstellungsgeleise erfordert eine bedeutende Breitenentwickelung, aufserdem wachsen die Kosten der Anlage ganz bedeutend, wenn dieselben überdeckt werden. Es dürfte sich deshalb empfehlen, die Aufstellungsgeleise vor Kopf des Schuppens zu verlegen und in letzteren nur 4 Geleise einzuführen, wie dieses die Skizze Figur 5 auf Bl. G zeigt.

Von diesen 4 Geleisen dienen die beiden äufseren als Ladegeleise und liegen deshalb an hohen Perrons, während die inneren 2 Geleise zum An- und Abholen der Wagen als Fahrgeleise verwendet werden. Die Drehscheibenreihen vermitteln ein Ein- und Aussetzen der Wagen an jeder beliebigen Stelle des Perrons. Da die Geleise 6^{m} Entfernung von Mitte zu Mitte haben, so kann ein Wagen von 9^{m} Länge gedreht werden, während auf dem benachbarten Geleise Wagen abgeholt oder zugeführt werden.

Die durchgeführte Trennung der Perrons für ankommende und abgehende Güter erleichtert wesentlich den Betrieb. Der entladene Wagen wird mittelst der Drehscheibenreihen an den gegenüber liegenden Perron geschafft, um dort ohne Aufenthalt wieder beladen zu werden.

Durch Krahne, welche auf den Perrons aufgestellt sind, werden schwere Collis oder subtil zu behandelnde Gegenstände verladen. Mittelst kleiner Handkarren, deren Gewicht bestimmt ist, kann das Gewicht der Collis durch Ueberfahren über Waagen bestimmt werden.

Eine Trennung der Güter auf den Perrons nach verschiedenen Richtungen und Stationen ist mit Leichtigkeit durchzuführen und würden zu diesem Zwecke Tafeln mit geeigneten Aufschriften anzubringen sein. Für Wagen, die nur theilweise ausgeladen und umgeladen werden, läfst sich, wenn kein besonderer Umladeschuppen errichtet wird, zweckmäfsig je nach Bedürfnifs am äufsern Ende des Perrons eine Abtheilung vorsehen.

Eine Vergröfserung der Schuppen-Anlage ist mit Leichtigkeit auszuführen, sowohl durch Verlängerung in der Richtung der Geleise, als durch Anbau nach der Seite. In letzterem Falle wird man in der Regel einen ähnlichen Schuppen daneben errichten, zwischen beiden Schuppen aber noch eine Fahrstrafse freilassen.

Vor Kopf des Schuppens sind die Büreaulocalitäten angeordnet, und entsprechend den Perrons, mit welchen sie in directer Verbindung stehen, in Expeditionen für ankommende und abgehende Güter getrennt.

Da bei der Breite der Perrons von $9{,}5^{m}$ ein Lagern von Gütern auf denselben störend sein würde, dasselbe aber nicht immer zu umgehen ist, so ist entweder ein Theil des Perrons mit einer Etage zu versehen, wo diese Güter dann hinaufgeschafft werden, oder aber, wie auf der Skizze angenommen, wird vor den Büreaulocalitäten ein eigenes Gebäude hierzu errichtet. Dasselbe steht in directer Schienenverbindung mit den inneren Geleisen des Güterschuppens und somit auch mit allen übrigen Bahnhofsgeleisen.

Dieses Gebäude erhält eine erhöhte Wichtigkeit, wenn es als Lagerhaus mit verschiedenen Etagen ausgebildet wird. Solche Niederlagen sind bei uns vielfach für die Zollgüter errichtet, als zollfreie Niederlagen. Dieselben sind für den Handel von der gröfsten Wichtigkeit, sowohl wegen der Stundung der Zollgebühren, als auch wegen der Beleihungen von Geld, welche auf die hier lagernden Waaren — Depots — gegeben werden. Dafs diese Depots auch für alle anderen Waaren erweitert werden können, liegt auf der Hand und wird wesentlich von der weiteren Entwickelung unseres Handels abhängen. Es erscheint jedenfalls geboten, bei jedem gröfseren Bahnhofe auf diese Anlagen Rüchsicht zu nehmen und, wo es ohne grofse Kosten geschehen kann, Terrain in der Nähe des Güterschuppens dafür vorzusehen

so dafs später dem Bau selbst und einer zweckmäfsigen Geleiseverbindung mit den Schuppengeleisen nichts im Wege steht.

2. Güterhallen mit mehreren Perrons und aufserhalb liegenden Ladegeleisen.

Eine Anlage dieser Art entsteht, wenn man mehrere Güterhallen, wie sie Figur 5 auf Bl. G zeigt, neben einander legt und gemeinschaftlich überdacht.

Ein Beispiel ist die in Figur 6 daselbst gegebene Skizze der Güterhalle auf der Station Buchanan street der Caledonian railway zu Glasgow, mit dem Unterschiede jedoch, dafs anstatt 4 Geleise nur jedes mal 2 Geleise zwischen 2 Perrons vorhanden sind.

Es sind nämlich 3 Geleisebündel zu je 2 Geleisen in den Schuppen geführt, welche an 4 hohen Perrons liegen, die an 2 breiten Fahrstrafsen gruppirt sind. Durch 2 vor den Kopfseiten der Halle liegende Drehscheibenreihen werden die Wagen in die Halle eingeführt und gruppenweise be- oder entladen, um in die vor Kopf der Halle befindlichen Aufstellungsgeleise gesetzt zu werden. Das Abholen und Anbringen der Wagen aus der mittleren Gruppe giebt oft zu Störungen Veranlassung, welche zu vermeiden gewesen wären, wenn diese Gruppe statt 2 Geleise 3 oder 4 Geleise mit Drehscheibenverbindung erhalten hätte, wie dieses bei Figur 5 auf Bl. G besprochen wurde.

3. Güterhallen ohne Perrons,

oder besser gesagt überdeckte Ladeplätze, da die Güter direct von den Wagen in die Fuhrwerke geladen werden.

Ein Beispiel dieser Art ist die Halle der Great Howard station zu Liverpool (cf. Hartwich Blatt XI^b).

Statt der sonst üblichen Ladekrahne ist hier über jedem Geleise eine durchgehende Welle mit Frictionsrollen angebracht, mittelst welcher die Lasten gehoben und gesenkt werden können. Für schwere Lasten sind besondere Lastkrahne vorgesehen. Erhöhte Gänge befinden sich an den die Dachconstruction tragenden Säulen und dienen dieselben zur Communication für das Aufsichtspersonal und für die Beamten zur Bedienung der Hebevorrichtungen.

Bei dieser Halle liegen die Sammel- oder Aufstellungsgeleise ca. 6^{m} höher als die Ladegeleise und werden die Wagen mittelst Hebevorrichtungen von einer Etage zur andern gehoben oder gesenkt. Neben der Halle befinden sich noch unbedeckte Ladegeleise. Dieselben münden alle in die vor den Aufziehvorrichtungen befindlichen Drehscheibenreihen, während sie im Uebrigen sich der Localität anpassen. Bei diesen Geleisen habe ich Radien von 25^{m} constatiren können. Dieselben scheinen bei solchen Anlagen wie hier, wo niemals Locomotiven verkehren, zwar unbedenklich, dürften aber wegen der Abnutzung des Fahrmaterials kaum zur Nachahmung zu empfehlen sein.

4. Güterhallen mit nur einem Perron:

a. Für kleinere Stationen

haben wir dieselben bereits als Güterschuppen besprochen.

b. Für gröfsere Stationen.

Wesentlich ist es der Mangel an Raum oder an Zugänglichkeit, welcher zu der Anlage solcher Hallen führt. Der Perron dient sowohl dem ankommenden wie dem abgehenden Verkehr. Damit Unregelmäfsigkeiten beim Verladen vermieden werden, pflegt man in einer Hälfte des Tages nur ankommendes Gut zu expediren, in der anderen Hälfte nur abgehendes, wie bei der Besprechung der Broad street station hervorgehoben wurde.

Um eine allzu grofse Längenentwickelung bei dieser Anlage zu vermeiden, giebt man dem Perron häufig eine grofse Breite, etwa 50^{m}, und läfst die Ladegeleise in denselben hineinschneiden. Es bildet sich auf diese Weise ein Hauptperron von etwa 10^{m} Breite, an welchem die Stadtfuhrwerke be- und entladen werden, und eine Anzahl Nebenperrons von etwa 40^{m} Länge, an welchen die Eisenbahnwagen be- oder entladen werden, wie dieses die Figur X^{b} des Hartwich'schen Werkes deutlich zeigt. Die Leistungsfähigkeit eines solchen Perrons ist ganz bedeutend, da an den Quer- oder Nebenperrons mehr als drei mal soviel Wagen be- und entladen werden können, als dieses an dem Hauptperron allein möglich wäre, wobei allerdings die grofse Länge der Querperrons das Aussetzen einzelner Wagen erschwert. Die Aufstellungsgeleise liegen bei dieser Station über den Ladegeleisen und werden die einzelnen Wagen mittelst Hebevorrichtungen gehoben oder gesenkt.

Eine Nachahmung dieser Anlage ist der grofse Central-Güterschuppen der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft auf dem Güterbahnhof St. Gereon zu Cöln.

Allerdings werden hier die Wagen nicht gehoben, da die Aufstellungsgeleise sich im Niveau des Schuppens befinden, auch hat der Hauptperron eine gröfsere Breite, die Nebenperrons dagegen eine viel geringere Länge erhalten, was mit Rücksicht auf das bei uns übliche Lagern der Güter auf dem Perron erforderlich erschien.

Wenn wir das bisher Gesagte resumiren, so sind es folgende Punkte, die uns bei der Betrachtung der Eisenbahn-Anlagen und des Betriebes auf den englischen Bahnen eigenthümlich erscheinen:

1) Die einfache Construction der Durchgangsbahnhöfe.

Dieselbe ist eine Folge der geringen Zuglänge — welche nur 30 bis 50 Achsen, d. i. 90 bis 150^{m} in maximo beträgt — und der hierdurch bedingten gröfsern Beweglichkeit der Züge, welche ein Zurücksetzen bei Ueberholungen gestattet. Es können somit auch sämmtliche Nebengeleise entsprechend kleinere Längen erhalten, wie bei uns, wo eine Zuglänge von 150 Achsen = 500^{m} wegen der Militärzüge vorgeschrieben ist, und resultirt hieraus eine nicht unbedeutende Ermäfsigung der Anlagekosten.

2) Bei den gröfseren Bahnhöfen ist eine Trennung des Personen- und Güterverkehrs durchgeführt.

3) Bei den Güterbahnhöfen sind für jede Verkehrsart besondere Geleisegruppen und besondere Verladeeinrichtungen vorgesehen, was durch die Trennung der Lastzüge nach der Beschaffenheit der Fracht bedingt wird. Man unterscheidet Züge für den Stückgüter- und für Wagenladungs-Verkehr etc. Aber auch hierin werden noch Trennungen nach der Geschwindigkeit der Beförderung eingeführt. Geschlossene directe Züge fahren meist mit Schnellzugs-Geschwindigkeit, während die anderen Güterzüge bei der geringen Achsenzahl mit Personenzugs-Geschwindigkeit fahren.

4) Entsprechend der raschen Beförderung der Güterzüge auf freier Bahn ist für ein rasches Ent- und Beladen der Güterwagen auf den Bahnhöfen Sorge getragen. Dieses

wird durch zweckmäfsige Anlage von Güterhallen mit Drehscheibenreihen, sowie durch maschinelle Hebe- und Ladeeinrichtungen aller Art wesentlich gefördert.

5) Für die Sicherheit des Betriebes ist in vorzüglichster Weise durch die allgemeine Einführung der Central-Weichen- und Signal-Apparate gesorgt.

Belastungsgesetze für den continuirlichen geraden stabförmigen Körper von constantem Querschnitt.

(Mit Zeichnungen auf Blatt K im Text.)

Die Belastungsgesetze des continuirlichen geraden stabförmigen Körpers von constantem Querschnitt sind, soweit es sich um die Grenzwerthe der Transversalkräfte, Stützendrucke und Momente handelt, für stetige gleichförmige Belastung bekannt. Weiterhin ist eine Reihe von Sätzen für die Anordnung belastender Wagenzüge ermittelt, es sind aber bis dahin diejenigen Regeln nicht veröffentlicht, welche die Stellung eines solchen Zuges in so bestimmter Weise präcisiren, wie dies unter anderem für den Träger auf zwei Stützpunkten der Fall ist.

Die Kenntnifs dieser Regeln gehört zur vollständigen Lösung der Aufgabe, sie beseitigt Zweifel und giebt Anhaltspunkte für die Bestimmung einer entsprechenden gleichförmigen Belastung. Und wenn auch die Annahme einer solchen gemeinhin für die Berechnung genügt, aufserdem aber bei definitiven Projecten die Veränderungen nicht vernachlässigt werden dürfen, welche durch Anordnung eines staffelförmigen Längenschnittes eintreten, so bildet doch die vollständige Betrachtung des Balkens von constantem Querschnitt die Grundlage jeder ersten Berechnung. Dieselbe ermöglicht aufserdem die Durchführung einer durchsichtigen Rechnung von grofser Einfachheit, welche die Grundgesetze klar hervortreten läfst.

Das Herausnehmen einzelner Regeln würde indessen mit Mifsständen verbunden sein, darum werden im Folgenden sämmtliche Belastungsgesetze im Zusammenhange entwickelt.

Solche Untersuchungen finden ihre Berechtigung noch in der Thatsache, dafs der continuirliche Träger für bestimmte Fälle sich als zweckmäfsig erweist, der Constructeur dann aber um so unbefangener an die Lösung der Aufgabe herantritt, je vollständiger der theoretische Theil abgeschlossen ist.

I. Definitionen und Vorerhebungen.

Ein stabförmiger Körper entsteht, indem eine beliebig begrenzte ebene Figur mit ihrem Schwerpunkte längs einer festen Curve gleitet, während ihre Ebene fortwährend auf der Leitcurve senkrecht steht.

Die erzeugende Figur, deren Gestalt und Gröfse sich bei der Bewegung ändern kann, heifst die Querschnittsfläche oder der Querschnitt des Körpers, die Leitcurve seine Axe.

Hier werden Körper von constantem Querschnitt mit gerader Axe betrachtet, unter dem Einflusse von Kräften, deren Angriffslinien einander parallel gerichtet in einer Ebene — der Kraftebene — liegen und die in derselben Ebene gelegene Stabaxe normal schneiden.

Eine Hauptaxe der Querschnittsfläche falle in die Kraftebene. Dann findet die Deformation in dieser Ebene statt, die deformirte Stabaxe — elastische Linie — ist eine ebene Curve, die neutralen Axen stehen auf der Kraftebene senkrecht und gehen durch die Schwerpunkte der Querschnitte, die elastische Fläche ist eine Cylinderfläche, welche die Stabaxe enthält.

Das für die weitere Betrachtung erforderliche Coordinatensystem liegt in der Kraftebene, die Abscissenaxe parallel zur Stabaxe oder mit derselben zusammenfallend. Die Abscissen werden rechts von dem beliebig gewählten Ursprung, die Ordinaten oberhalb der Abscissenaxe positiv gezählt.

Die auf den Körper wirkenden Kräfte sind zweierlei Art: äufsere und innere. Aeufsere Kräfte sind die Gewichte des Körpers und der Belastung, sowie die Reactionen der Stützen, innere Kräfte: die Cohäsionswiderstände, welche bei der Deformation auftreten. Sobald der Körper seine Ruheform angenommen hat, sind beide Systeme von Kräften für sich im Gleichgewichte. Kennt man sämmtliche äufseren Kräfte, so sind damit auch unmittelbar die Resultirenden der in beliebigen Schnitten wirkenden inneren Kräfte bekannt. Denn diese letzteren müssen im Gleichgewichte mit allen äusseren Kräften sein, welche zwischen gedachtem Schnitte und einem Ende des Körpers angreifen. Für die Untersuchung ist es gleichgiltig, welcher der beiden durch den Schnitt getrennten Körpertheile in Betracht gezogen wird. Die Gesammtheit der auf das beibehaltene Stück wirkenden und in die Untersuchung eingeführten Kräfte heifst: das System der äufseren Kräfte für den gedachten Querschnitt, oder auch kurz: die äufseren Kräfte.

Diese lassen sich nach den früheren Voraussetzungen durch eine senkrecht zur Stabaxe gerichtete Einzelkraft — Transversalkraft — und ein Kräftepaar ersetzen, dessen Moment: Biegungs- oder Angriffsmoment der äufseren Kräfte heifst.

Die Transversalkräfte werden mit V, Momente mit M bezeichnet, die Kräfte positiv gezählt, wenn sie im Sinne der wachsenden Ordinaten wirken, die Momente positiv, wenn die Paare eine Drehung von links nach rechts, im Sinne der Bewegungsrichtung der Uhrzeiger, anstreben. Im Allgemeinen wird das System der äufseren Kräfte benutzt, welches zwischen einem gedachten Schnitte und dem linken Ende des Körpers angreift. Zugleich handelt es sich nur um die Ermittelung sämmtlicher äufseren Kräfte, und der von ihnen abhängigen Gröfsen, der Zusammenhang zwischen diesen und den inneren Kräften oder Spannungen wird nicht entwickelt.

Die zu betrachtenden Träger lassen sich damit charakterisiren, dafs die äufseren Kräfte, d. h. die Reactionen der Stützen nicht unmittelbar nach Annahme der Belastungen bestimmbar sind, dafs vielmehr neben den Gleichgewichtsbedingungen der Statik weitere, der Natur der Aufgabe entsprechende Bedingungsgleichungen aufgestellt

werden müssen. Es gehören hierher darum auch diejenigen Träger, welche zwar nur eine Oeffnung überdecken, an den Enden aber nicht frei aufruhen, sondern auf einer oder beiden Seiten befestigt sind. Den allgemeinsten Fall bilden die continuirlichen, d. h. ununterbrochen über eine Anzahl von Stützen gehenden Träger, und lassen sich die sämmtlichen anderen Anordnungen hieraus durch Specialisirung ableiten.

Die einzelnen durch die Unterstützungspunkte eines continuirlichen Trägers getrennten Abtheilungen heifsen Felder oder Oeffnungen. Deren Anzahl sei n, die Zahl der Stützen $(n+1)$. Die Stützen werden vom Anfang beginnend mit $0, 1, 2, 3 \ldots\ldots n$, die Auflagerdrucke mit $A_0, A_1, A_2, A_3 \ldots\ldots A_n$, die Angriffsmomente über den Stützen mit $M_0, M_1, M_2 \ldots\ldots M_n$, die Stützweiten der einzelnen Oeffnungen mit $l_1, l_2, l_3 \ldots\ldots l_n$ bezeichnet. Weiter seien $\tau_0, \tau_1, \tau_2 \ldots\ldots \tau_n$ die Winkel, welche die deformirte Axe über den Stützen mit der Horizontalen bildet, endlich $s_0, s_1, s_2 \ldots\ldots s_n$ die Ordinaten der Stützpunkte.

Um den Gang der folgenden Untersuchungen anzudeuten, ist darauf hinzuweisen, dafs die fehlenden Bestimmungsgleichungen der Natur der Aufgabe entsprechend aus den Vorgängen bei der Deformation entwickelt werden müssen. Hierbei geht die ursprünglich gerade Stabaxe in eine ebene Curve über, deren einzelne Abtheilungen über den Stützen gemeinschaftliche Tangenten haben oder an den Endstützen bestimmte Winkel mit der Abscissenaxe bilden. Denkt man den Träger über jeder Stütze getrennt und die Form der elastischen Linie, insbesondere die Winkel an den Stützen für jede Abtheilung bestimmt, so giebt die oben ausgesprochene Bedingung der Gleichheit der Winkel über den Stützen eben so viele Gleichungen, als Stützen vorhanden sind. Diese Gleichungen lassen sich so einrichten, dafs in ihnen nur die Momente über den Stützen als Unbekannte vorkommen. Hiernach können diese letzteren und mit ihnen sämmtliche übrigen Gröfsen bestimmt werden. Es ist noch zu übersehen, dafs bei dieser Berechnungsweise die von der Statik geforderten Gleichgewichtsbedingungen miterfüllt werden.

Man denke nun (Fig. 1, Bl. K) den Träger in der $m$ten Oeffnung, dicht hinter der $(m-1)$ten und dicht vor der $m$ten Stütze durchschnitten und ersetze die Wirkung des linksseitig weggeschnittenen Theiles durch eine Transversalkraft V^0_m und ein Kräftepaar M_{m-1}, bezeichne dagegen die Wirkung auf das rechtsfolgende Stück durch eine Transversalkraft V^1_m und ein Kräftepaar M_m. Das Feld sei beliebig belastet und befinden sich die Lasten $G_1, G_2, G_3 \ldots\ldots$ in den Abständen $g_1, g_2, g_3 \ldots\ldots$ von der $(m-1)$ten Stütze.

Das Gleichgewicht der äufseren Kräfte liefert die Gleichungen:

$$V^0_m - \sum_0^l G = V^1_m. \quad \ldots\ldots \quad (1.)$$

$$V^0_m \cdot l_m + M_{m-1} - \sum_0^l G\,(l_m - g) = M_m. \quad . \quad (2.)$$

Wird bei der Abscisse x ein Schnitt geführt, so ergeben sich:

$$V_x = V^0_m - \sum_0^x G. \quad \ldots\ldots \quad (3.)$$

$$M_x = M_{m-1} + V^0_m \cdot x - \sum_0^x G\,(x-g). \quad . \quad (4.)$$

Diese Formeln enthalten auch den Fall stetiger Belastung, da unter G auch stetig aufeinanderfolgende Belastungselemente verstanden werden können, wobei das Summenzeichen in ein Integral übergeht.

Zur Bestimmung der Gleichung der elastischen Linie für Stäbe mit ursprünglich gerader Axe gilt die Differentialgleichung:

$$\frac{d^2\eta}{dx^2} = \frac{M_x}{ET}.$$

Daraus findet man durch Integration:

$$\frac{d\eta}{dx} + C = \int^x \frac{M_x}{ET} \cdot dx$$

und weil für $x = 0$, $\frac{d\eta}{dx} = \tau_{m-1}$

$$\frac{d\eta}{dx} = \tau_{m-1} + \int_0^x \frac{M_x \cdot dx}{ET} \quad \ldots\ldots \quad (5.)$$

Nochmalige Integration giebt:

$$\eta + C^1 = \tau_{m-1} \cdot x + \int_0^x dx \int_0^x \frac{M_x \cdot dx}{ET}$$

und weil für $x = 0$, $\eta = s_{m-1}$

$$\eta = s_{m-1} + \tau_{m-1} \cdot x + \int_0^x dx \int_0^x \frac{M_x \cdot dx}{ET}. \quad (6.)$$

Vertauscht man der Einfachheit halber vorläufig den Index $(m-1)$ mit 0, m mit 1, so folgen aus 3, 4, 5, 6, wenn noch E und T als constant angenommen werden:

$$\frac{d\eta}{dx} = \tau_0 + \frac{1}{ET}\left\{M_0 \cdot x + \frac{V_0\,x^2}{2} - \int_0^x\left(\sum_0^x G\,(x-g)\right) dx\right\}$$

$$\eta = s_0 + \tau_0 \cdot x + \frac{1}{ET}\left\{\frac{M_0 \cdot x^2}{2} + \frac{V_0 \cdot x^3}{6} - \int_0^x dx \int_0^x\left(\sum_0^x G\,(x-g)\right) dx\right\}$$

Bezeichnet man $(x-g)$ mit x^1, so ist für eine Einzellast zu setzen

$$\int_0^x G\,(x-g)\,dx = \int_0^x G\,x^1\,dx$$

Während x den Raum 0 bis g durchläuft, ist der Werth dieses Integrales gleich Null, von da an bleibt G constant und der Werth des Integrales im Ganzen ist:

$$\int_0^x G\,x^1\,dx = \left(G\,\frac{x_1^2}{2}\right)_0^{x_1 = (x-g)} = G\,\frac{(x-g)^2}{2}.$$

In gleicher Weise ergiebt sich sofort:

$$\int_0^x dx \int_0^x G\,(x-g)\,dx = G\,\frac{(x-g)^3}{2 \cdot 3}$$

und für den Einflufs sämmtlicher Einzellasten:

$$\int_0^x\left(\sum_0^x G\,(x-g)\right) dx = \sum_0^x G\,\frac{(x-g)^2}{2}.$$

$$\int_0^x dx \int_0^x\left(\sum_0^x G\,(x-g)\right) dx = \sum_0^x G\,\frac{(x-g)^3}{2 \cdot 3}.$$

Hiermit wird:

$$\frac{d\eta}{dx} = \tau_0 + \frac{1}{2\,ET}\left\{2\,M_0\,x + V_0 \cdot x^2 - \sum_0^x G\,(x-g)^2\right\} \quad (7.)$$

$$\eta = s_0 + \tau_0\,x + \frac{1}{6\,ET}\left\{3\,M_0\,x^2 + V_0\,x^3 - \sum_0^x G\,(x-g)^3\right\} \quad (8.)$$

In diesen Ausdrücken bedeuten die Summenzeichen, dafs die Summation über alle auf der Abscisse x befindlichen Lasten auszudehnen ist.

Die Formeln 7 und 8 sind anwendbar, so lange die Grundlagen ihrer Entwickelung erhalten bleiben. Sie dürfen daher auch für ungleich hohe Stützpunkte angewandt werden, wenn nur die Differenz der Höhen von zwei aufeinander folgenden Stützen gegen deren Abstand klein und überhaupt die deformirte Axe so wenig von der Geraden abweicht, dafs die der Gleichung $\frac{d^2\eta}{dx^2} = \frac{M_x}{ET}$ zum Grunde liegende Verwechselung von ds mit dx zulässig ist. Unter dieser allgemein giltigen Voraussetzung liefern 7 und 8 zwei Bestimmungsgleichungen aus den beiden Bedingungen:

$$x = l : \frac{d\eta}{dx} = \tau^1,$$

$$x = l : \eta = s^1,$$

und ergiebt sich, wenn noch $s_1 - s_0 = s$ gesetzt wird:

$$2\,ET(\tau^1 - \tau_0) = 2\,M_0\,l + V_0 \cdot l^2 - \sum_0^l G(l-g)^2$$

$$6\,ET(s - \tau_0 \cdot l) = 3\,M_0 l^2 + V_0\,l^3 - \sum_0^l G\,(l-g)^3.$$

Hieraus bestimmen sich:

$$V_0 = \frac{6\,ET}{l^3}(l(\tau_0 + \tau_1) - 2s) + \sum_0^l \frac{G(l^3 - 3g^2 l + 2\,g^3)}{l^3} \quad (9.)$$

$$M_0 = -\frac{2\,ET}{l^2}(l(2\,\tau_0 + \tau_1) - 3s) - \sum_0^l \frac{G\,g\,(l-g)^2}{l^2} \ldots \quad (10)$$

In diesen Gleichungen verschwinden die ersten Glieder für horizontale Befestigung ($\tau_0 = \tau_1 = s = 0$). Es bedeuten daher die zweiten Glieder die Werthe von V_0 und M_0 für horizontale Befestigung, während die ersten Glieder dem unbelasteten Zustande entsprechen, und nur von den Constanten der Form abhängig sind.

Bezeichnet $\mathfrak{V}_0$ die der horizontalen Befestigung entsprechende Transversalkraft, $\mathfrak{M}_0$ das zugehörige Moment, so kann geschrieben werden:

$$\mathfrak{V}_0 = \sum_0^l \frac{G(l^3 - 3\,lg^2 + 2\,g^3)}{l^3} = \sum_0^l \frac{G \cdot g_1{}^2\,(3\,g + g^1)}{l^3} \quad (11.)$$

$$\mathfrak{M}_0 = -\sum_0^l \frac{G \cdot g\,(l-g)^2}{l^2} \ldots \ldots \quad (12.)$$

$$V_0 = \frac{6\,ET}{l^3}\,(l\,(\tau_0 + \tau_1) - 2\,s) + \mathfrak{V}_0 \ldots \ldots \quad (13.)$$

$$M_0 = -\frac{2\,ET}{l^2}\,(l\,(2\,\tau_0 + \tau_1) - 3\,s) + \mathfrak{M}_0 \ldots \quad (14.)$$

Ganz analog ergeben sich für die rechte Stütze die Ausdrücke:

$$-\mathfrak{V}_1 = \sum_0^l \frac{G \cdot g^2\,(3\,g_1 + g)}{l^3} \ldots \ldots \quad (15.)$$

$$\mathfrak{M}_1 = -\sum_0^l \frac{G \cdot g^2\,(l-g)}{l^2} \ldots \ldots \quad (16.)$$

$$V_1 = \frac{6\,ET}{l^3}\,(l\,(\tau_0 + \tau_1) - 2\,s) + \mathfrak{V}_1 \ldots \quad (17.)$$

$$M_1 = \frac{2\,ET}{l^2}\,(l\,(\tau_0 + 2\,\tau_1) - 3\,s) + \mathfrak{M}_1 \ldots \quad (18.)$$

Die Gleichungen 14 und 17 können zur Ermittelung von τ_0 und τ_1 dienen. Sie liefern:

$$\tau_0 = -\frac{l}{6\,ET}\left\{2\,M_0 + M_1 - 2\,\mathfrak{M}_0 - \mathfrak{M}^1\right) + \frac{s}{l} \quad (19.)$$

$$\tau_1 = \frac{l}{6\,ET}\left\{M_0 + 2\,M_1 - \mathfrak{M}_0 - 2\,\mathfrak{M}_1\right) + \frac{s}{l} \;. \quad (20.)$$

und wenn noch

$$\mathfrak{N}_0 = 2\,\mathfrak{M}_0 + \mathfrak{M}_1 = -\sum_0^l \frac{G\,g\,(l-g)\,(2\,l-g)}{l^2} \;. \quad (21.)$$

$$\mathfrak{N}_1 = \mathfrak{M}_0 + 2\,\mathfrak{M}_1 = -\sum_0^l \frac{G\,g\,(l-g)\,(l+g)}{l^2} \;. \quad (22.)$$

eingeführt werden, auch:

$$\tau_0 = -\frac{l}{6\,ET}\left\{2\,M_0 + M_1 - \mathfrak{N}_0\right\}$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l} = -\frac{l}{6\,ET}\left\{2\,M_0 + M_1 + \sum_0^l \frac{G\,g\,(l-g)\,(2\,l-g)}{l^2}\right\}$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l} \ldots \ldots \quad (23.)$$

$$\tau_1 = \frac{l}{6\,ET}\left\{M_0 + 2\,M_1 - \mathfrak{N}_1\right\}$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l} = \frac{l}{6\,ET}\left\{M_0 + 2\,M_1 + \sum_0^l \frac{G\,g\,(l-g)\,(l+g)}{l^2}\right\}$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l} \ldots \ldots \quad (24.)$$

Hiermit sind die zur Ermittelung der Stützenmomente erforderlichen Gleichungen gewonnen.

II. Bestimmung der Stützenmomente.

Betrachtet man (Fig. 2.) die durch eine Stütze m getrennten Oeffnungen des continuirlichen Trägers, so ergiebt sich die früher erwähnte Bestimmungsgleichung zwischen drei aufeinander folgenden Stützenmomenten aus der Bedingung, dafs die beiden entsprechenden Abtheilungen der elastischen Linie hier eine gemeinschaftliche Tangente haben oder $\tau^1{}_m = \tau^0{}_{m+1}$ ist. Mit den Gleichungen 23 und 24 folgen die Werthe:

$$\tau^1{}_m = \frac{l_m}{6\,ET}\left\{M_{m-1} + 2\,M_m - \mathfrak{N}^1{}_m\right\}$$

$$+\frac{s_m - s_{m-1}}{l_m} = \frac{l_m}{6ET}\left\{M_{m-1} + 2M_m + \sum_0^{l_m} \frac{G\,g\,(l_m - g)\,(l_m + g)}{l^2{}_m}\right\}$$

$$+\frac{s_m - s_{m-1}}{l_m}$$

$$\tau^0{}_{m+1} = -\frac{l_{m+1}}{6\,ET}\left\{2\,M_m + M_{m+1} - \mathfrak{N}^0{}_{m+1}\right\}$$

$$+\frac{s_{m+1} - s_m}{l_{m+1}}$$

$$= -\frac{l_{m+1}}{6\,ET}\left\{2M_m + M_{m+1} + \sum_0^{l_{m+1}} \frac{G\,g\,(l_{m+1} - g)(2l_{m+1} - g)}{l^2{}_{m+1}}\right\}$$

$$+\frac{s_{m+1} - s_m}{l_{m+1}}$$

und nach Elimination von $\tau^1{}_m$ und $\tau^0{}_{m+1}$:

$$M_{m-1}\,l_m + 2\,M_m\,(l_m + l_{m+1}) + M_{m+1}\,l_{m+1}$$

$$= \mathfrak{N}^1{}_m\,l_m + \mathfrak{N}^0{}_{m+1}\,l_{m+1} - 6\,ET\left\{\frac{s_m - s_{m-1}}{l_m} - \frac{s_{m+1} - s_m}{l_{m+1}}\right\}$$

$$= -\sum_0^{l_m} \frac{G\,g\,(l_m - g)\,(l_m + g)}{l^2{}_m} - \sum_0^{l_{m+1}} \frac{G\,g\,(l_{m+1} - g)(2\,l_{m+1} - g)}{l^2{}_{m+1}}$$

$$-6\,ET\left(\frac{s_m - s_{m-1}}{l_m} - \frac{s_{m+1} - s_m}{l_{m+1}}\right). \;. \quad (25.)$$

Für je drei aufeinander folgende Stützen erhält man eine solche Gleichung, im Ganzen also für die Stützen 1, 2, 3 .... $(n-1)$: $(n-1)$ Gleichungen. Ist dann $M_0 = M_n = 0$, oder der Träger an den beiden Enden frei aufgelagert, so

ist die Anzahl der Gleichungen zur Bestimmung der Momente hinreichend.

Ist dagegen M_0 und M_n nicht gleich Null oder der Träger am Anfang unter dem Winkel τ_0, am Ende unter τ_n befestigt, so treten nach 23 und 24 noch die Gleichungen:

$$\tau_0 = -\frac{l_1}{6\,ET}(2\,M_0 + M_1 - \mathfrak{N}_1{}^0)$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l_1} = -\frac{l_1}{6\,ET}\left(2\,M_0 + M_1 + \sum_0^{l_1}\frac{Gg(l_1 - g)(2l_1 - g)}{l_1{}^2}\right)$$

$$+\frac{s_1 - s_0}{l_1} \quad \ldots \ldots \quad (26.)$$

$$\tau_n = \frac{l_n}{6\,ET}(M_{n-1} + 2\,M_n - \mathfrak{N}^1{}_n)$$

$$+\frac{s_n - s_{n-1}}{l_n} = \frac{l_n}{6\,ET}\left(M_{n-1} + 2M_n + \sum_0^{l_n}\frac{Gg(l_n - g)(l_n + g)}{l_n{}^2}\right)$$

$$+\frac{s_n - s_{n-1}}{l_n} \quad \ldots \ldots \quad (27.)$$

hinzu, in welchen zwei Gröfsen, etwa M_0 und M_n oder τ_0 und τ_n angenommen werden dürfen.

Für an den Enden frei aufliegende Träger: $M_0 = M_n = 0$ gelten die Gleichungen 26, 27 selbstverständlich ebenfalls. Sie können dann zur Bestimmung von τ_0 und τ_n benutzt werden.

Die Ausdrücke 26 und 27 lassen sich noch schreiben:

$$2\,M_0\,l_1 + M_1\,l_1 = 6\,ET\left(\frac{s_1 - s_0}{l_1} - \tau_0\right) + \mathfrak{N}_1{}^0\,l_1$$

$$= 6\,ET\left(\frac{s_1 - s_0}{l_1} - \tau_0\right) - \sum_0^{l_1}\frac{Gg\,(l_1 - g)\,(2\,l_1 - g)}{l_1} \quad (28.)$$

$$M_{n-1}\,l_n + 2\,M_n\,l_n = 6\,ET\left(-\frac{s_n - s_{n-1}}{l_n} + \tau_n\right) + \mathfrak{N}^1{}_n\,l_n$$

$$= 6\,ET\left(-\frac{s_n - s_{n-1}}{l_n} + \tau_n\right) - \sum_0^{l_n}\frac{Gg(l_n - g)\,(l_n + g)}{l_n}. \quad (29)$$

Aus den Gleichungen 25, 28, 29 ist zu sehen, dafs die rechte Seite der zur Ermittelung der Stützenmomente dienenden $(n+1)$, beziehungsweise $(n-1)$ Gleichungen aus zwei Theilen besteht, von denen der eine nur von der Belastung, der andere nur von den Gröfsen τ_0, τ_n und der relativen Höhenlage der Stützen abhängt. Hiernach zerfällt auch der Werth eines jeden Stützenmomentes und einer jeden von ihm abhängigen Gröfse in einen constanten, von der Lage der Stützen und der Befestigungsweise der Enden, und einen zweiten veränderlichen und von der Belastung allein abhängigen Theil.

Hieraus folgt noch, dafs die Belastungsgesetze von der relativen Höhenlage der Stützen unabhängig sind und sich gerade so ergeben, als wäre der Träger auf in gerader Linie gelegenen Stützpunkten gelagert. Man kann daher bei der Aufsuchung der Belastungsgesetze von der Verschiedenheit der Höhe der Unterstützungspunkte absehen.

Thatsächlich besteht der Einflufs der verschiedenen Höhenlage und der Befestigung der Enden darin, dafs zunächst bestimmte constante Auflagermomente oder im allgemeinen bestimmte constante Spannungen an jeder Stelle des Trägers entstehen, während man dem Träger von ursprünglich gerader Axe die durch die Winkel τ_0, τ_n und die Höhen der Stützpunkte bedingte Gestalt giebt. Die durch die Belastung weiter entstehenden Spannungen dürfen darnach gerade so wie für einen Träger mit gerader Axe berechnet und algebraisch addirt werden, sobald nur die oben über die Kleinheit der Deformation im Ganzen gemachte Voraussetzung erfüllt ist.

Die in den vorhergehenden Ausdrücken vorkommenden Werthe $\mathfrak{M}_0$, $\mathfrak{M}_1$, $\mathfrak{N}_0$, $\mathfrak{N}_1$ lassen sich auf Grundlage der Gleichungen 12, 16, 21, 22 für bestimmte Belastungsweisen noch specialisiren und zwar ist:

1) Belastung durch eine Einzellast (Fig. 3):

$$\mathfrak{M}_0 = -\frac{Gg\,(l-g)^2}{l^2} = -\frac{Ggg^2{}_1}{l^2}. \quad \ldots \quad (30.)$$

$$\mathfrak{M}_1 = -\frac{Gg^2\,(l-g)}{l^2} = -\frac{Gg^2 g_1}{l^2}. \quad \ldots \quad (31.)$$

$$\mathfrak{N}^0 = -\frac{Ggg^1\,(2\,l - g)}{l^2} = -\frac{Gg_1\,(l^2 - g_1{}^2)}{l^2}. \quad (32.)$$

$$\mathfrak{N}^1 = -\frac{Ggg^1\,(2\,l - g^1)}{l^2} = -\frac{Gg\,(l^2 - g^2)}{l^2}. \quad (33.)$$

Diese Werthe sind durch die in Fig. 4 ausgeführte Construction zu finden, welche unter dem Hinweis, dafs das Moment an der Belastungsstelle des frei aufliegenden Trägers $\frac{Ggg^1}{l}$ beträgt und mit variabelem g den Ordinaten einer Parabel mit den Scheitelcoordinaten $\frac{l}{2}, \frac{Gl}{4}$ entspricht, keiner weiteren Erläuterung bedarf.

2) Einseitige gleichförmige Belastung, π per Längeneinheit.

a) Belastung der Strecke λ Fig. 5.

$$(34.) \quad . \quad . \quad \mathfrak{M}_0 = -\int_0^{\lambda}\frac{\pi\,x\,(l-x)^2\,dx}{l^2} =$$

$$= -\frac{\pi\,\lambda^2\,(6l^2 - 8\,l\lambda + 3\,\lambda^2)}{12\,l^2} = -\frac{\pi\,\lambda^2\,(l^2 + 2\,l\,\lambda_1 + 3\,\lambda_1{}^2)}{12\,l^2}$$

$$(35.) \quad . \quad . \quad \mathfrak{M}_1 = -\int_0^{\lambda}\frac{\pi\,x^2\,(l-x)\,dx}{l^2} =$$

$$= -\frac{\pi\,\lambda^3\,(4\,l - 3\,\lambda)}{12\,l^2} = -\frac{\pi\,\lambda^3\,(l + 3\,\lambda_1)}{12\,l^2}$$

$$(36.) \quad . \quad \mathfrak{N}^0 = -\frac{\pi\,\lambda^2\,(2\,l - \lambda)^2}{4\,l^2} = -\frac{\pi(l^2 - \lambda_1{}^2)^2}{4\,l^2}$$

$$(37.) \quad . \quad \mathfrak{N}^1 = -\frac{\pi\,\lambda^2\,(2\,l^2 - \lambda^2)}{4\,l^2}.$$

b) Belastung der Strecke λ_1 Fig. 6.

$$\mathfrak{M}_0 = -\frac{\pi\,\lambda_1{}^3\,(l + 3\,\lambda)}{12\,l^2} \quad \ldots \ldots \quad (38.)$$

$$\mathfrak{M}_1 = -\frac{\pi\,\lambda_1{}^2\,(l^2 + 2\,l\,\lambda + 3\,\lambda^2)}{12\,l^2} \quad \ldots \quad (39.)$$

$$\mathfrak{N}_0 = -\frac{\pi\,\lambda_1{}^2\,(2\,l^2 - \lambda_1{}^2)}{4\,l^2} \quad \ldots \ldots \quad (40.)$$

$$\mathfrak{N}_1 = -\frac{\pi\,\lambda_1{}^2(2\,l - \lambda_1)^2}{4\,l^2} = -\frac{\pi\,(l^2 - \lambda^2)^2}{4\,l^2}. \quad (41.)$$

Die Werthe $\mathfrak{N}_0$, $\mathfrak{N}_1$ können durch die in Fig. 7 dargestellte Construction gefunden werden. Schreibt man $\mathfrak{N}^0 = -\frac{\pi\,l^2}{4}\left(\frac{\lambda}{l}\left(2 - \frac{\lambda}{l}\right)\right)^2$, so kann der Coëfficient $C = \left(\frac{\lambda}{l}\left(2 - \frac{\lambda}{l}\right)\right)^2$ aus den Ordinaten einer Parabel gefunden und durch die schraffirte Linie dargestellt werden. Die

Multiplication der Ordinaten mit $\frac{\pi l^2}{4}$ giebt $\mathfrak{N}_0$. Dieselbe Curve liefert aber sämmtliche fraglichen Werthe und zwar wenn $\frac{\lambda}{l}$ von A aus aufgetragen wird: unterhalb $\mathfrak{N}^0{}_\lambda$, oberhalb $\mathfrak{N}^0{}_{\lambda_1}$ und wenn man $\frac{\lambda}{l}$ von B aus aufträgt, oberhalb $\mathfrak{N}^1{}_\lambda$, unterhalb $\mathfrak{N}^1{}_{\lambda_1}$.

3) Totale gleichförmige Belastung, q per Längeneinheit.

Nach 2 folgt unmittelbar:

$$\mathfrak{M}_0 = -\frac{q l^2}{12}. \quad \ldots \quad (42.)$$

$$\mathfrak{M}^1 = -\frac{q l^2}{12}. \quad \ldots \quad (43.)$$

$$\mathfrak{N}^0 = -\frac{q l^2}{4}. \quad \ldots \quad (44.)$$

$$\mathfrak{N}_1 = -\frac{q l^2}{4}. \quad \ldots \quad (45.)$$

Setzt man in den Gleichungen 25, 28, 29 zur Abkürzung die rechten Seiten:

$$(46.) \quad 6ET\left(\frac{s_1 - s_0}{l_1} - \tau_0\right) + \mathfrak{N}_1{}^0 l_1 = P_0,$$

$$(47.) \quad \mathfrak{N}^1{}_m l_m + \mathfrak{N}^0{}_{m+1} l_{m+1} - 6ET\left(\frac{s_m - s_{m-1}}{l_m} - \frac{s_{m+1} - s_m}{l_{m+1}}\right) = P_m,$$

$$(48.) \quad 6ET\left(-\frac{s_n - s_{n-1}}{l_n} + \tau_n\right) + \mathfrak{N}_n{}^1 l_n = P_n,$$

so lassen sich diese Gleichungen einfacher schreiben:

$$2M_0 l_1 + M_1 l_1 = P^0. \quad (28^a.)$$

$$M_{m-1} l_m + 2M_m (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1} l_{m+1} = P_m. \quad (25^a.)$$

$$M_{n-1} l_n + M_n l_n = P_n. \quad (29^a.)$$

Wendet man die zweite dieser Gleichungen in besprochener Weise für sämmtliche Verbindungen von drei aufeinanderfolgenden Stützen an, läſst somit m alle Werthe von 1 bis $(n-1)$ durchlaufen, so ergeben sich $(n+1)$ zur Bestimmung der Stützenmomente ausreichende Gleichungen. Man erhält:

$$\begin{aligned}
2M_0 l_1 + M_1 l_1 &= P_0 \\
M_0 l_1 + 2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 &= P_1 \\
M_1 l_2 + 2M_2 (l_2 + l_3) + M_3 l_3 &= P_2 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

$$(49^a.) \begin{cases} M_{r-2} l_{r-1} + 2M_{r-1} (l_{r-1} + l_r) + M_r l_r = P_{r-1} \\ M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} = P_r \\ M_r l_{r+1} + 2M_{r+1} (l_{r+1} + l_{r+2}) + M_{r+2} l_{r+2} = P_{r+1} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots \\
M_{n-3} l_{n-2} + 2M_{n-2} (l_{n-2} + l_{n-1}) + M_{n-1} l_{n-1} &= P_{n-2} \\
M_{n-2} l_{n-1} + 2M_{n-1} (l_{n-1} + l_n) + M_n l_n &= P_{n-1} \\
M_{n-1} l_n + 2M_n l_n &= P_n.
\end{aligned}$$

Ruht der Träger an den Enden frei auf, so verschwinden M_0 und M_n und auſserdem entfällt in der vorhergehenden Reihe die erste und letzte Gleichung, wonach:

$$\begin{aligned}
2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 &= P_1 \\
M_1 l_2 + 2M_2 (l_2 + l_3) + M_3 l_3 &= P_2 \\
M_2 l_3 + 2M_3 (l_3 + l_4) + M_4 l_4 &= P_3 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

$$(49^b.) \begin{cases} M_{r-2} l_{r-1} + 2M_{r-1} (l_{r-1} + l_r) + M_r l_r = P_{r-1} \\ M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} = P_r \\ M_r l_{r+1} + 2M_{r+1} (l_{r+1} + l_{r+2}) + M_{r+2} l_{r+2} = P_{r+1} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots \\
M_{n-3} l_{n-2} + 2M_{n-2} (l_{n-2} + l_{n-1}) + M_{n-1} l_{n-1} &= P_{n-2} \\
M_{n-2} l_{n-1} + 2M_{n-1} (l_{n-1} + l_n) &= P_{n-1}
\end{aligned}$$

Zur Lösung dieser Gleichungen kann die Methode von Bezout angewandt werden. Multiplicirt man die Gleichungen 49 der Reihe nach mit den willkürlichen Coëfficienten $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \ldots\ldots \gamma_n$ und summirt, so ergiebt sich:

$$\begin{aligned}
&M_0 (2l_1 \gamma_0 + l_1 \gamma_1) + \\
&M_1 (l_1 \gamma_0 + 2(l_1 + l_2) \gamma_1 + l_2 \gamma_2) + \\
&M_2 (l_2 \gamma_1 + 2(l_2 + l_3) \gamma_2 + l_3 \gamma_3) + \cdots
\end{aligned}$$

$$(50.) \begin{cases} M_{r-1} (l_{r-1} \gamma_{r-2} + 2(l_{r-1} + l_r) \gamma_{r-1} + l_r \gamma_r) + \\ M_r (l_r \gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1}) \gamma_r + l_{r+1} \gamma_{r+1}) + \\ M_{r+1} (l_{r+1} \gamma_r + 2(l_{r+1} + l_{r+2}) \gamma_{r+1} + l_{r+2} \gamma_{r+2}) + \cdots \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&M_{n-2} (l_{n-2} \gamma_{n-3} + 2(l_{n-2} + l_{n-1}) \gamma_{n-2} + l_{n-1} \gamma_{n-1}) + \\
&M_{n-1} (l_{n-1} \gamma_{n-2} + 2(l_{n-1} + l_n) \gamma_{n-1} + l_n \gamma_n) + \\
&M_n (l_n \gamma_{n-1} + 2l_n \gamma_n) \qquad = \sum_0^n \gamma \cdot P.
\end{aligned}$$

Diese Gleichung lehrt, wie jedes beliebige Stützenmoment gefunden werden kann, sobald man die Zahlen $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2 \ldots \gamma_n$ so wählt, daſs die Coëfficienten sämmtlicher übrigen Stützenmomente verschwinden. Im Weiteren kann das Verfahren verschiedentlich modificirt werden, je nachdem man jedes beliebige Moment unmittelbar finden will oder sich damit begnügt, zunächst M_n oder M_1 und hierauf die übrigen Gröſsen durch Substitution zu bestimmen.

Die Bedingungsgleichungen für γ heiſsen, wenn M_n gefunden werden soll:

$$\begin{aligned}
2l_1 \gamma_0 + l_1 \gamma_1 &= 0 \\
l_1 \gamma_0 + 2(l_1 + l_2) \gamma_1 + l_2 \gamma_2 &= 0 \\
l_2 \gamma_1 + 2(l_2 + l_3) \gamma_2 + l_3 \gamma_3 &= 0 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

$$(51^a.) \begin{cases} l_{r-1} \gamma_{r-2} + 2(l_{r-1} + l_r) \gamma_{r-1} + l_r \gamma_r = 0 \\ l_r \gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1}) \gamma_r + l_{r+1} \gamma_{r+1} = 0 \\ l_{r+1} \gamma_r + 2(l_{r+1} + l_{r+2}) \gamma_{r+1} + l_{r+2} \gamma_{r+2} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots \\
l_{n-2} \gamma_{n-3} + 2(l_{n-2} + l_{n-1}) \gamma_{n-2} + l_{n-1} \gamma_{n-1} &= 0 \\
l_{n-1} \gamma_{n-2} + 2(l_{n-1} + l_n) \gamma_{n-1} + l_n \gamma_n &= 0
\end{aligned}$$

oder wenn der Träger an den Enden frei aufruht und dem entsprechend M_{n-1} zu bestimmen ist:

$$\begin{aligned}
2(l_1 + l_2) \gamma_1 + l_2 \gamma_2 &= 0 \\
l_2 \gamma_1 + 2(l_2 + l_3) \gamma_2 + l_3 \gamma_3 &= 0 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

$$(51^b.) \begin{cases} l_{r-1} \gamma_{r-2} + 2(l_{r-1} + l_r) \gamma_{r-1} + l_r \gamma_r = 0 \\ l_r \gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1}) \gamma_r + l_{r+1} \gamma_{r+1} = 0 \\ l_{r+1} \gamma_r + 2(l_{r+1} + l_{r+2}) \gamma_{r+1} + l_{r+2} \gamma_{r+2} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots \\
l_{n-2} \gamma_{n-3} + 2(l_{n-2} + l_{n-1}) \gamma_{n-2} + l_{n-1} \gamma_{n-1} &= 0.
\end{aligned}$$

Das erste System (51^a) enthält $(n+1)$, das zweite (51^b): $(n-1)$ zu bestimmende Gröſsen, während beziehungsweise nur n und $(n-2)$ Gleichungen vorhanden sind. Einer der Coëfficienten, und darin besteht der Vortheil des Verfahrens, bleibt daher willkürlich. Nach Annahme von γ_0, bezw. γ_1 ergeben die Gleichungen 51 sämmtliche γ in unmittelbarer Folge und darauf:

$$M_n = \frac{\sum_0^n \gamma P}{l_n \gamma_{n-1} + 2l_n \gamma_n} \quad \ldots \quad (52.)$$

bezw.

$$M_{n-1} = \frac{\sum_1^{n-1} \gamma P}{l_{n-1} \gamma_{n-2} + 2(l_{n-1} + l_n) \gamma_{n-1}} \quad \ldots \quad (53.)$$

In der Regel wählt man γ_0 oder $\gamma_1 = 1$ und erhält dann für das System eine Zahlenreihe, deren Einzelwerthe abwechselnde Zeichen haben und fortwährend wachsen. Das allgemeine Glied der Reihe ist:

$$\gamma_{r-1}\, l_r + 2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + \gamma_{r+1}\, l_{r+1} = 0$$

und sieht man noch durch Vergleich der Gleichungen 49 und 51, dafs die letzteren aus den ersten hervorgehen, wenn die unbekannten Stützenmomente durch die Coëfficienten γ und die Gröfsen P mit Ausnahme der letzten durch Null ersetzt werden. Diese Thatsache weist auf den Zusammenhang zwischen dem Verhältnifs der Stützenmomente in unbelasteten Feldern $(P = o)$ mit den Coëfficienten γ hin und wird später hierauf zurückgekommen.

Für gleiche Feldlängen erhalten die Coëfficienten bestimmte Zahlenwerthe und zwar:

$\gamma_0 = 1.$ $\gamma_5 = -362.$
$\gamma_1 = -2.$ $\gamma_6 = 1351.$
$\gamma_2 = 7.$ $\gamma_7 = -5042.$
$\gamma_3 = -26.$ $\gamma_8 = 18817.$
$\gamma_4 = 97.$ $\gamma_9 = -70226$ etc.

beziehungsweise:

$\gamma_1 = 1.$ $\gamma_6 = -780.$
$\gamma_2 = -4.$ $\gamma_7 = 2911.$
$\gamma_3 = 15.$ $\gamma_8 = -10864.$
$\gamma_4 = -56.$ $\gamma_9 = 40545.$
$\gamma_5 = 209.$ $\gamma_{10} = -151316$ etc.

In gleicher Weise würde zu verfahren sein, um M_0 oder M_1 zu ermitteln. Die Multiplication der Reihe 49 hätte mit Coëfficienten δ zu geschehen, welche durch die Gleichungen:

$$\begin{aligned}
&l_1\,\delta_0 + 2(l_1 + l_2)\,\delta_1 + l_2\,\delta_2 = 0\\
&l_2\,\delta_1 + 2(l_2 + l_3)\,\delta_2 + l_3\,\delta_3 = 0\\
&\vdots\\
(54^a.)\;&\begin{cases} l_{r-1}\,\delta_{r-2} + 2(l_{r-1} + l_r)\,\delta_{r-1} + l_r\,\delta_r = 0\\ l_r\,\delta_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})\,\delta_r + l_{r+1}\,\delta_{r+1} = 0\\ l_{r+1}\,\delta_r + 2(l_{r+1} + l_{r+2})\,\delta_{r+1} + l_{r+2}\,\delta_{r+2} = 0\end{cases}\\
&\vdots\\
&l_{n-2}\,\delta_{n-3} + 2(l_{n-2} + l_{n-1})\,\delta_{n-2} + l_{n-1}\,\delta_{n-1} = 0\\
&l_{n-1}\,\delta_{n-2} + 2(l_{n-1} + l_n)\,\delta_{n-1} + l_n\,\delta_n = 0\\
&l_n\,\delta_{n-1} + 2\,l_n\,\delta_n = 0
\end{aligned}$$

oder für $M_0 = M_n = 0$

$$\begin{aligned}
&l_2\,\delta_1 + 2(l_2 + l_3)\,\delta_2 + l_3\,\delta_3 = 0\\
&l_3\,\delta_2 + 2(l_3 + l_4)\,\delta_3 + l_4\,\delta_4 = 0\\
(54^b.)\;&\begin{cases}\vdots\\ l_r\,\delta_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})\,\delta_r + l_{r+1}\,\delta_{r+1} = 0\\ \vdots\end{cases}\\
&l_{n-2}\,\delta_{n-2} + 2(l_{n-2} + l_{n-1})\,\delta_{n-2} + l_{n-1}\,\delta_{n-1} = 0\\
&l_{n-1}\,\delta_{n-2} + 2(l_{n-1} + l_n)\,\delta_{n-1} = 0
\end{aligned}$$

verbunden sind.

Nach Annahme von δ_n, bezw. δ_{n-1} ergeben sich sämmtliche δ durch Substitution und hierauf:

$$M_0 = \frac{\sum\limits_0^n \delta \cdot P}{2\,l_1\,\delta_0 + l_1\,\delta_1} \quad \ldots\ldots \quad (55.)$$

oder

$$M_1 = \frac{\sum\limits_1^{n-1} \delta \cdot P}{2(l_1 + l_2)\,\delta_1 + l_2\,\delta_2} \quad \ldots\ldots \quad (56.)$$

Es ist noch bemerkenswerth, dafs für einen zu seiner Mitte symmetrischen Träger die Reihen für γ und δ, nämlich 51 und 54, dieselben Werthe für γ_0 und δ_n, γ_1 und δ_{n-1}, allgemein γ_m und δ_{n-m} liefern und dafs sich dieselben allgemein nur unterscheiden durch den Wechsel in der Ordnung der Spannweiten und der Bezeichnungsweise. Man erhält eine Reihe aus der anderen, indem δ_{n-m} an die Stelle von γ_m und l_{n-m+1} anstatt l_m gesetzt wird.

Im Besitz der Zahlenwerthe γ und δ ist man auch im Stande, ein beliebiges Stützenmoment M_r zu bestimmen. Multiplicirt man nämlich im System der Stützenmomente (49) die Gleichungen von der ersten beginnend bis zu der $r$ten, welche M_r als mittleres Glied enthält, mit den Coëfficienten $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2 \ldots \gamma_r$, die übrigen Gleichungen aber mit δ_{r+1}, δ_{r+2}, $\delta_{r+3} \ldots \delta_n$ und addirt in beiden Abtheilungen, so ergiebt diese Summation zwei Gleichungen, welche nur M_r und M_{r+1} enthalten. So folgt:

$$M_r\,(2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + l_r\,\gamma_{r-1}) + M_{r+1}\,l_{r+1}\gamma_r = \sum_0^r \gamma\,P$$

$$M_r l_{r+1}\delta_{r+1} + M_{r+1}(2(l_{r+1} + l_{r+2})\delta_{r+1} + l_{r+2}\delta_{r+2}) = \sum_{r+1}^n \delta\,P.$$

Nach 51 und 54 ist noch:

$$2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + \gamma_{r-1}\,l_r = -l_{r+1}\,\gamma_{r+1}$$

$$2(l_{r+1} + l_{r+2})\,\delta_{r+1} + l_{r+2}\,\delta_{r+2} = -l_{r+1}\,\delta_r, \quad \text{daher}$$

$$-M_r\,l_{r+1}\,\gamma_{r+1} + M_{r+1}\,l_{r+1}\,\gamma_r = \sum_0^r \gamma\,P$$

$$M_r\,l_{r+1}\,\delta_{r+1} - M_{r+1}\,l_{r+1}\,\delta_r = \sum_{r+1}^n \delta\,P$$

und hieraus:

$$M_r = \frac{\delta_r \sum\limits_0^r \gamma\,P + \gamma_r \sum\limits_{r+1}^n \delta\,P}{l_{r+1}\,(\gamma_r\,\delta_{r+1} - \gamma_{r+1}\,\delta_r)} \quad \ldots \quad (57.)$$

und wenn $M_0 = M_n = 0$

$$M_r = \frac{\delta_r \sum\limits_1^r \gamma\,P + \gamma_r \sum\limits_{r+1}^{n-1} \delta\,P}{l_{r+1}(\gamma_r\delta_{r+1} - \gamma_{r+1}\delta_r)} \quad \ldots \quad (58.)$$

Es ist zu erwähnen, dafs der Werth des Nenners für sämmtliche Stützenmomente constant bleibt und allgemein:

$$l_r\,(\gamma_{r-1}\,\delta_r - \gamma_r\,\delta_{r-1}) = l_{r+1}\,(\gamma_r\,\delta_{r+1} - \gamma_{r+1}\,\delta_r) \quad (59.)$$

ist.

Ein anderes Verfahren, M_r direct zu bestimmen, besteht darin, in der Gleichung 50 die von γ abhängigen Coëfficienten so zu bestimmen, dafs dieselben für sämmtliche übrigen Stützenmomente verschwinden. Für jede Stütze ergiebt sich dann ein besonderes System für γ und es wird:

$$M_r = \frac{\sum\limits_0^n \gamma \cdot P}{l_r\,\gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + l_{r+1}\,\gamma_{r+1}} \quad . \quad (60.)$$

oder für $M_0 = M_n = 0$

$$M_r = \frac{\sum\limits_1^{n-1} \gamma \cdot P}{l_r\,\gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + l_{r+1}\,\gamma_{r+1}} \quad . \; . \quad (61.)$$

Im Resultat besonders einfach wird dies Verfahren, wenn dem Bestimmungssysteme der γ für jede Stütze die Bedingung

$$l_r\,\gamma_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})\,\gamma_r + l_{r+1}\,\gamma_{r+1} = 1$$

zugefügt wird, wonach dann

$$M_r = \sum_0^n \gamma \cdot P, \quad \text{oder} \ldots\ldots \quad (62.)$$

$$M_r = \sum_1^{n-1} \gamma\,P \quad \ldots\ldots\ldots \quad (63.)$$

Hierbei enthält indessen das Bestimmungssystem der γ für jede Stütze $(n+1)$, bezw. $(n-1)$ Gleichungen und Unbekannte, so dafs keine derselben mehr willkürlich, vielmehr Elimination erforderlich ist.

III. Belastung durch beliebige Lasten.

A. Momente.

a. Nicht belastete Oeffnungen.

Durch die vorhergehenden Betrachtungen ist man in der Lage, für jeden definirten Belastungsfall die Stützenmomente und hiernach Transversalkraft und Moment für beliebige Stelle zu bestimmen. Hierzu bestehen die Gleichungen 1 bis 4, wonach

$$V_r{}^0 = \frac{M_r - M_{r-1}}{l_r} + \sum_0^l \frac{G(l_r - g)}{l_r} \quad . \quad (64.)$$

$$V_r{}^1 = V_r{}^0 - \sum_0^l G \quad \ldots \ldots \ldots \quad (65.)$$

$$V_x = V_r{}^0 - \sum_0^x G \quad \ldots \ldots \ldots \quad (66.)$$

$$M_x = M_{r-1} + \frac{(M_r - M_{r-1})}{l_r} x + \left(x \sum_0^l \frac{G(l_r - g)}{l_r} - \sum_0^x G(x-g) \right) (67.)$$

und zur Bestimmung des Auflagerdruckes:

$$A_r + V_r{}^1 = V^0{}_{r+1} . \quad \ldots \ldots \quad (68.)$$

Weiter bestehen noch die Beziehungen:

$$\frac{dM_x}{dx} = V_x . \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (69.)$$

$$\frac{d^2 M_x}{dx^2} = \frac{dV_x}{dx} = -q, \quad \ldots \ldots \quad (70.)$$

wobei q die stetige Last pro Längeneinheit; ferner:

$$\frac{d^2 \eta}{dx^2} = \frac{M_x}{FT} \quad \ldots \ldots \quad (71.)$$

$$\frac{d^3 \eta}{dx^3} = \frac{V_x}{ET} \quad \ldots \ldots \quad (72.)$$

$$\frac{d^4 \eta}{dx^4} = -\frac{q}{ET} \quad \ldots \ldots \quad (73.)$$

Es darf hier darauf hingewiesen werden, dafs in Gleichung 67 der Theil:

$$x \sum_0^l \frac{G(l_r - g)}{l_r} - \sum_0^x G(x-g)$$

den Werth darstellt, welcher sich bei Belastung der $r$ten Oeffnung für das Moment ergeben würde, wenn der Träger auf der $(r-1)$ten und $r$ten Stütze durchschnitten und frei aufgelagert wäre. Der erste Theil:

$M_{r-1} + \frac{(M_r - M_{r-1})}{l_r} x$ giebt den Einflufs der Continuität. Man erhält daher auch allgemein das für den continuirlichen Träger giltige Momentenpolygon, indem man zunächst in den einzelnen Oeffnungen die Momentenpolygone so verzeichnet, wie sie sich für freie Auflagerung in den einzelnen Feldern ergeben würden, und dieselben dann durch gerade Linien durchschneidet, welche dem Werthe

$$M_{r-1} + \frac{(M_r - M_{r-1})\, x}{l_r}$$

entsprechen und deren Ordinaten über den Pfeilern die Werthe der Stützenmomente darstellen (Fig. 8).

Es ist Aufgabe, diejenigen Belastungsweisen aufzufinden, für welche die Grenzwerthe von M, V und A eintreten. Zu dieser Kenntnifs gelangt man durch Untersuchung des Einflusses, den eine Einzelbelastung auf diese Gröfsen hat, sowohl in allen Punkten der belasteten, wie der übrigen Oeffnungen. Der Träger kann hierbei als gewichtlos angesehen und ebenso die etwa vorhandene verschiedene Höhenlage der Stützen vernachlässigt werden, da diese beiden Factoren keinen Einflufs auf die Belastungsgesetze haben.

Die Einzellast G befinde sich in der $r$ten Oeffnung und zwar im Abstand g von der $(r-1)$ten Stütze, die übrigen Oeffnungen seien unbelastet. In den Gleichungen (49) verschwinden daher die Glieder der rechten Seite nur in der $(r-1)$ten und $r$ten nicht. Es wird:

$$\mathfrak{N}^0{}_r\, l_r = -\frac{Ggg^1(2l_r - g)}{l_r}$$

$$\mathfrak{N}^1{}_r\, l_r = -\frac{Ggg^1(l_r + g)}{l_r}$$

und somit:

$$\begin{aligned}
2M_0 l_1 + M_1 l_1 &= 0\\
M_0 l_1 + 2M_1(l_1 + l_2) + M_2 l_2 &= 0\\
M_1 l_2 + 2M_2(l_2 + l_3) + M_3 l_3 &= 0\\
&\vdots
\end{aligned}$$

$$(74.)\ \begin{cases} M_{r-2} l_{r-1} + 2M_{r-1}(l_{r-1} + l_r) + M_r l_r = -\dfrac{Ggg^1(2l_r - g)}{l_r} \\[2ex] M_{r-1} l_r + 2M_r(l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} = -\dfrac{Ggg^1(l_r + g)}{l_r} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots\\
M_{n-3} l_{n-2} + 2M_{n-2}(l_{n-2} + l_{n-1}) + M_{n-1} l_{n-1} &= 0\\
M_{n-2} l_{n-1} + 2M_{n-1}(l_{n-1} + l_n) + M_n l_n &= 0\\
M_{n-1} l_n + 2M_n l_n &= 0.
\end{aligned}$$

Dividirt man sämmtliche Gleichungen vor der $(r-1)$ten durch M_0, bezw. M_1, sämmtliche nach der $r$ten folgende durch M_n, bezw. M_{n-1} und nennt für $m \leqq (r-1)$ das Verhältnifs $\frac{M_m}{M_0} = \gamma_m$, für $m \geqq (r+1)$ das Verhältnifs $\frac{M_m}{M_n} = \delta_m$, so ist zu sehen, dafs die Bestimmungsgleichungen genau übereinstimmen mit 51 und 54, diese Verhältnisse somit den früher definirten Zahlenwerthen γ und δ von gleichem Index entsprechen.

Geht man in (74) von beiden Enden gegen die belastete Oeffnung, so ergeben sich vorerst die Beziehungen:

$$\begin{aligned}
M_1 &= -2M_0\\
M_2 &= -M_0 \frac{l_1}{l_2} - 2M_1 \frac{(l_1 + l_2)}{l_2}\\
&= -M_1 \left(2 + \frac{l_1}{l_2}\left(2 + \frac{M_0}{M_1}\right)\right)\\
&= -M_1 \left(2 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_1}{l_2}\right)\\
M_3 &= -\frac{M_1 l_2}{l_3} - 2M_2 \frac{(l_2 + l_3)}{l_3}\\
&= -M_2 \left(2 + \frac{l_2}{l_3}\left(2 + \frac{M_1}{M_2}\right)\right)
\end{aligned}$$

$$(75.)\ \begin{cases} = -M_2 \left(2 + \dfrac{l_2}{l_3}\left(2 - \dfrac{1}{2 + {}^3/_2 \cdot \dfrac{l_1}{l_2}}\right)\right) \\ \text{u. s. w. und} \\ M_{n-1} = -2M_n \end{cases}$$

$$M_{n-2} = -M_{n-1}\left(2 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_n}{l_{n-1}}\right)$$

$$M_{n-3} = -M_{n-2}\left(2 + \frac{l_{n-1}}{l_n}\left(2 - \frac{1}{2 + {}^3/_2 \cdot \dfrac{l_n}{l_{n-1}}}\right)\right)$$

Hiernach ist das Verhältnifs von je zwei aufeinanderfolgenden Stützenmomenten $\frac{M_m}{M_{m-1}}$ in den unbelasteten Oeffnungen eine negative Zahl oder:

Die Stützenmomente an den Enden der unbelasteten Oeffnungen sind abwechselnd positiv und negativ (76).

Ferner ersieht man, dafs das Verhältnifs $\frac{M_m}{M_{m-1}}$ der Momente an den Enden einer unbelasteten Oeffnung constant ist und nur zwei Werthe annehmen kann, je nachdem die belastete Oeffnung sich rechts oder links befindet. Im ersten Falle $m \leqq (r-1)$ ist dies Verhältnifs B_m nur abhängig von der Länge der vorhergehenden Felder $l_1, l_2, l_3 \ldots l_m$, im zweiten: $m \geqq (r+1)$ hängt es (B^1_m) nur von der Länge der nachfolgenden $l_m, l_{m+1}, l_{m+2} \ldots l_n$ ab. Für jedes Feld können diese beiden Zahlen:

$$B_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_{m-1}} \quad \ldots\ldots \quad (77.)$$

$$B^1_m = \frac{\delta_m}{\delta_{m-1}} \quad \ldots\ldots \quad (78.)$$

ein für allemal berechnet werden. Zusammengefafst läfst sich aussprechen:

(79.) Das Verhältnifs $\frac{M_m}{M_{m-1}}$ der Stützenmomente an den Enden einer unbelasteten Oeffnung erhält nur zwei bestimmte Werthe, wenn von den übrigen Oeffnungen nur solche auf einer Seite belastet sind. Der eine Werth B_m tritt ein, wenn die Belastung sich in rechts gelegenen Oeffnungen befindet, und bleibt constant, welche dieser Oeffnungen allein, gleichzeitig und beliebig belastet werden mögen; der andere Werth B^1_m bei Belastung von beliebigen links liegenden Feldern.

Zur Berechnung ist:

wenn $m \leqq (r-1)$,

$$\frac{M_m}{M_{m-1}} = B_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_{m-1}}$$

$$B_1 = -2$$

$$B_2 = -\frac{2\,l_2 + l_1\left(2 + \frac{1}{B_1}\right)}{l_2}$$

$$(80^a.)\left\{\begin{array}{l} B_3 = -\frac{2\,l_3 + l_2\left(2 + \frac{1}{B_2}\right)}{l_3} \\ \vdots \\ \vdots \\ B_m = -\frac{2\,l_m + l_{m-1}\left(2 + \frac{1}{B_{m-1}}\right)}{l_m} \end{array}\right.$$

Liegt der Träger am Anfang frei auf $(M_0 = 0)$, so wird:

$$B_1 = -\infty$$

$$B_2 = -\frac{2\,(l_1 + l_2)}{l_2}$$

$$(80^b.)\left\{\begin{array}{l} B_3 = -\frac{2\,l_3 + l_2\left(2 + \frac{1}{B_2}\right)}{l_3} \\ \vdots \end{array}\right.$$

$$B_m = -\frac{2\,l_m + l_{m-1}\left(2 + \frac{1}{B_{m-1}}\right)}{l_m}$$

wenn $m \geqq (r+1)$

$$\frac{M_m}{M_{m-1}} = B^1_m = \frac{\delta_m}{\delta_{m-1}}$$

$$B^1_n = -\,{}^1\!/_2$$

$$(81^a.)\left\{\begin{array}{l} B^1_{n-1} = -\frac{l_{n-1}}{2\,l_{n-1} + l_n\,(2 + B^1_n)} \\ \vdots \\ B^1_m = -\frac{l_m}{2\,l_m + l_{m+1}\,(2 + B^1_{m+1})} \end{array}\right.$$

und wenn $M_n = 0$

$$B^1_n = 0$$

$$(81^b.)\left\{\begin{array}{l} B^1_{n-1} = -\frac{l_{n-1}}{2\,(l_n + l_{n-1})} \\ \vdots \end{array}\right.$$

$$B^1_m = -\frac{l_m}{2\,l_m + l_{m+1}\,(2 + B^1_{m+1})}.$$

Bei symmetrischer Anordnung ist noch

$$B_m = \frac{1}{B^1_{n-m+1}}. \quad \ldots\ldots \quad (82.)$$

Aus den Gleichungen 75 läfst sich schliefsen, dafs

$$(83.)\left\{\begin{array}{l} -B_m = -\frac{M_m}{M_{m-1}} \text{ stets} > \left(2 + {}^3\!/_2 \cdot \frac{l_{m-1}}{l_m}\right) \\ -\frac{1}{B^1_m} = -\frac{M_{m-1}}{M_m} \text{ stets} > \left(2 + {}^3\!/_2 \cdot \frac{l_{m+1}}{l_m}\right) \end{array}\right.$$

d. h.

Geht man von beiden Enden des Trägers gegen das belastete Feld, so ist jedes folgende Stützenmoment dem absoluten Werthe nach mindestens doppelt so grofs als das vorhergehende. (84).

Das Moment M_x an beliebiger Stelle der unbelasteten Oeffnung ist:

$$M_x = M_{m-1} + V^0_m \cdot x \quad \text{und weil}$$

$$\frac{M_m - M_{m-1}}{l_m} = V^0_m$$

$$M_x = M_{m-1} + \frac{(M_m - M_{m-1})\,x}{l_m}. \quad . \ (85.)$$

Das Moment wird hiernach durch die Ordinaten einer Geraden dargestellt, welche die Abscissenaxe schneidet, weil die Momente M_{m-1} und M_m verschiedenes Vorzeichen haben. Dem Schnittpunkte kommt eine bemerkenswerthe Eigenschaft zu. Da das Verhältnifs $\frac{M_m}{M_{m-1}}$ nur zwei verschiedene Werthe annehmen kann, je nachdem rechts oder links gelegene Oeffnungen belastet, $-B_m > 2$ und $-B^1_m < {}^1\!/_2$ sind, so kann unter denselben Verhältnissen der Punkt, in welchem das Moment bei einseitiger Aufsenbelastung Null wird, nur zwei verschiedene Lagen haben, eine im ersten und eine im letzten Drittel der Feldlänge, d. h.

(86) In jeder Oeffnung eines continuirlichen Trägers können zwei Punkte, je einer im ersten und letzten Drittel der Stützweite bestimmt werden, deren Lage nur von der Länge der vorhergehenden, bezw. nachfolgenden Oeffnungen abhängt. Diese beiden Punkte heifsen Fixpunkte. Im ersten derselben bleibt das Moment Null, so lange Belastungen aufserhalb und nur in rechts gelege-

nen Feldern angebracht werden, im zweiten findet das gleiche statt, wenn die Belastungen nur auf links gelegene Felder treffen. Durchläuft eine bewegliche Last sämmtliche Oeffnungen auf einer Seite einer gegebenen, so bilden die Geraden, welche in dieser die den verschiedenen Lagen der aufserhalb beweglichen Last entsprechenden Momente darstellen, zwei Strahlenbüschel, deren Spitzen im linken und rechten Fixpunkte gelegen sind; ersteres beim Durchlaufen der rechts folgenden, letzteres der links vorhergehenden Oeffnungen.

Für die Lage der Fixpunkte ergiebt die Gleichung 85:

$$0 = M_x = M_{m-1} + \frac{x_0}{l}(M_m - M_{m-1})$$

oder

$$\frac{x_0}{l_m} = -\frac{M_{m-1}}{M_m - M_{m-1}} = \frac{1}{1 - \frac{M_m}{M_{m-1}}} \quad . \quad . \quad (87.)$$

und damit:

$$\frac{x^1_0}{l_m} = \frac{l_m}{1 - B_m} = \frac{l_m}{1 - \frac{\gamma_m}{\gamma_{m-1}}} \quad . \quad . \quad . \quad (88.)$$

$$\frac{x^{11}_0}{l_m} = \frac{l_m}{1 - B^1_m} = \frac{l_m}{1 - \frac{\delta_m}{\delta_{m-1}}} \quad . \quad . \quad (89.)$$

b. Belastete Oeffnung.

1. Stützenmomente.

Die Momente M_{r-1} und M_r an den Enden der belasteten Oeffnung lassen sich aus den in 74 enthaltenen Gleichungen

$$M_{r-2}\,l_{r-1} + 2\,M_{r-1}(l_{r-1} + l_r) + M_r\,l_r = -\frac{Ggg^1(2l_r - g)}{l_r} = \mathfrak{N}^0_r\,l_r$$

$$M_{r-1}\,l_r + 2\,M_r\,(l_r + l_{r+1}) + M_{r+1}\,l_{r+1} = -\frac{Ggg^1(l_r + g)}{l_r} = \mathfrak{N}^1_r\,l_r$$

bestimmen, wenn darin die Werthe

$$\frac{M_{r-1}}{M_{r-2}} = B_{r-1}, \quad \frac{M_{r+1}}{M_r} = B^1_{r+1}$$

eingeführt werden. Man kann indessen auch von der allgemeinen Formel 57 Gebrauch machen und erhält dann:

$$M_{r-1} = \frac{\delta_{r-1}\,\gamma_{r-1}\,\mathfrak{N}^0_r\,l_r + \gamma_{r-1}\,\delta_r\,\mathfrak{N}^1_r\,l_r}{l_r\,(\gamma_{r-1}\,\delta_r - \gamma_r\,\delta_{r-1})}$$

$$= \frac{\mathfrak{N}^0_r + \mathfrak{N}^1_r\,\frac{\delta_r}{\delta_{r-1}}}{\frac{\delta_r}{\delta_{r-1}} - \frac{\gamma_r}{\gamma_{r-1}}} = \frac{\mathfrak{N}^0_r + \mathfrak{N}^1_r \cdot B^1_r}{B^1_r - B_r}$$

$$= \frac{\frac{\mathfrak{N}^0_r}{B^1_r} - \mathfrak{N}^1_r}{\left(1 - \frac{B_r}{B^1_r}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (90.)$$

$$M_r = \frac{\delta_r\,(\gamma_{r-1}\,\mathfrak{N}^0_r\,l_r + \gamma_r\,\mathfrak{N}^1_r\,l_r)}{l_{r+1}\,(\gamma_r\,\delta_{r+1} - \gamma_{r+1}\,\delta_r)}$$

und mit Rücksicht auf Gleichung 59

$$M_r = \frac{\mathfrak{N}^0_r + \mathfrak{N}^1_r \cdot B_r}{\left(1 - \frac{B_r}{B^1_r}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (91.)$$

Werden für $\mathfrak{N}^0_r$ und $\mathfrak{N}^1_r$ die Werthe eingeführt:

$$M_{r-1} = -\frac{G \cdot gg^1\left(\frac{2\,l_r - g}{B^1_r} + l_r + g\right)}{l_r^{\,2}\left(1 - \frac{B_r}{B^1_r}\right)} \quad . \quad . \quad (92.)$$

$$M_r = -\frac{G \cdot g \cdot g^1\,(2\,l_r - g + (l_r + g)\,B_r)}{l_r^{\,2}\left(1 - \frac{B_r}{B^1_r}\right)} \quad (93.)$$

Die Coëfficienten B_r und B^1_r lassen sich noch durch die Abscissen der Fixpunkte ersetzen. Bezeichnet a_r den Abstand des ersten Fixpunktes von der $(r-1)$ten, b_r den Abstand des zweiten Fixpunktes von der $r$ten Stütze, c_r die Länge $(l_r - a_r - b_r)$ zwischen beiden Punkten, so ist nach 88 und 89

$$a_r = \frac{l_r}{1 - B_r}$$

$$l_r - b_r = \frac{l_r}{1 - B^1_r}$$

oder auch

$$B_r = -\left(\frac{l_r}{a_r} - 1\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (94.)$$

$$\frac{1}{B^1_r} = -\left(\frac{l_r}{b_r} - 1\right), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (95.)$$

womit 92 und 93 geschrieben werden können:

$$M_{r-1} = -\frac{G \cdot g \cdot g^1 \cdot a_r\,(2\,l_r - 3\,b_r - g)}{c_r \cdot l_r^{\,2}} \quad (96.)$$

$$M_r = -\frac{G \cdot g \cdot g^1 \cdot b_r\,(l_r - 3\,a_r + g)}{c_r \cdot l_r^{\,2}} \quad . \quad . \quad (97.)$$

Aus diesen Werthen ist, weil $a_r < \frac{l_r}{3}$, $b_r < \frac{l_r}{3}$ oder auch $-B_r > 2$, $-B^1_r < 1/2$ zu schliefsen, dafs M_{r-1} und M_r stets negativ sind und läfst sich aussprechen:

(98.) Die Stützenmomente an den Enden des belasteten Feldes sind stets negativ.

Man ist hiernach im Stande, bei Belastung eines Feldes die Vorzeichen sämmtlicher Momente, welche nach Früherem (76) wechseln, zu bestimmen.

Es ergiebt sich weiter, dafs die Momente in einem unbelasteten Felde, welche den Ordinaten einer durch den betreffenden Fixpunkt gehenden Geraden proportional sind, um so gröfser ausfallen, je gröfser die Momente auf den begrenzenden Stützen sind. Diese erhalten ihre gröfsten Werthe offenbar mit M_{r-1}, wenn die betrachtete Oeffnung links der belasteten, mit M_r, wenn sie rechts der belasteten gelegen ist. Der Einflufs einer Einzelbelastung im $r$ten Felde wird daher gleichzeitig zum Maximum für M_{r-1} und die Momente in allen vorhergehenden, oder für M_r und die Momente in allen nachfolgenden Feldern. Es sind darum diejenigen Punkte von Wichtigkeit, in denen sich eine Belastung befinden mufs, um die Momente M_{r-1} und M_r an den Enden der belasteten Oeffnung zum Maximum zu machen. In den Ausdrücken 96 und 97 ist hierzu g als Variabele aufzufassen und diejenigen Specialwerthe zu bestimmen, welche die Derivirten $\frac{d\,M_{r-1}}{dg}$ und $\frac{d\,M_r}{dg}$ zu Null machen.

Man erhält für M_{r-1} die Bestimmungsgleichung:

$$3\,g^2 - 6\,g\,(l_r - b_r) + l_r\,(2\,l_r - 3\,b_r) = 0,$$

woraus:

$$g_{r-1} = l_r - b_r - \sqrt{1/3\,(l_r^{\,2} - 3\,b_r\,(l_r - b_r))} \quad (99.)$$

und analog:

$$g_r = a_r + \sqrt{1/3\,(l_r^{\,2} - 3\,a_r\,(l_r - a_r))}. \quad . \quad . \quad (100.)$$

g_r läfst sich auch aus g_{r-1} ableiten, wenn man erwägt, dafs $l_r - g_r$ sich aus g_{r-1} ergeben mufs, wenn b_r mit a_r vertauscht wird. Bezüglich der Zeichen erkennt man, dafs der Wurzelausdruck in 99 $> b_r$, in 100 $> a_r$, daher im ersten Fall nur das negative, im zweiten nur das positive Zeichen zulässig ist. Man hat:

(101.) In jeder Oeffnung eines continuirlichen Trägers giebt es zwei Punkte g_{r-1} und g_r, welche die Eigenschaft haben, dafs eine in g_{r-1} angreifende Belastung das Moment an der $(r-1)$ten Stütze und in allen vorhergehenden, eine solche in g_r aber das Moment an der $r$ten Stütze und in allen folgenden Oeffnungen zum Maximum macht.

Diese Punkte können, wenn eine Bezeichnung für nöthig gehalten wird, Influenzpunkte der Stützen genannt werden. Ihre Lage läfst sich auf einfache Weise durch Construction bestimmen, wenn man die Gleichungen 99, 100 auf die Form

$$g_{r-1} = l_r - b_r - \sqrt{\left(\frac{l_r}{2} - b_r\right)^2 + \frac{l_r^2}{12}} \qquad (99^a.)$$

$$g_r = a_r + \sqrt{\left(\frac{l_r}{2} - a_r\right)^2 + \frac{l_r^2}{12}} \quad . \; . \; . \quad (100^a.)$$

bringt. Trägt man (Fig. 9) $AE = \frac{AB}{3} = \frac{l_r}{3}$ auf und beschreibt von E als Mittelpunkt einen Halbkreis, so schneidet dieser auf der in der Mitte G der Weite errichteten Senkrechten die Länge $GH = \sqrt{\frac{l_r^2}{12}}$ ab. Denn es ist $AG = \frac{l_r}{2}$, $FG = \frac{l_r}{6}$, somit $GH^2 = \frac{l_r^2}{12}$. Weiter ist, wenn C und D die Fixpunkte, $DG = \left(\frac{l_r}{2} - b_r\right)$, $CG = \left(\frac{l_r}{2} - a_r\right)$, somit $DH = \sqrt{\left(\frac{l_r}{2} - b_r\right)^2 + \frac{l_r^2}{12}}$, $CH = \sqrt{\left(\frac{l_r}{2} - a_r\right)^2 + \frac{l_r^2}{12}}$. Werden daher von D und C als Mittelpunkten mit den Radien DH und CH Kreisbogen beschrieben, so schneiden diese die Punkte g_{r-1} und g_r ab.

Um noch eine Vorstellung über den Einflufs zu gewinnen, den eine Belastung an verschiedenen Stellen der Oeffnung auf die Stützenmomente ausübt, möge eine Belastung G die Weite l_r von $g = 0$ bis $g = l_r$ durchlaufen. Trägt man dann für jede Lage der Last den entsprechenden Specialwerth des Momentes M_{r-1} oder M_r als Ordinaten im Angriffspunkte der Last auf, so erhält man Curven, welche das Gesetz der Veränderung der Momente mit der Bewegung der Last übersichtlich darstellen. Diese Curven, deren Maximalwerthe bei g_{r-1} und g_r liegen, können Influenzcurven für die Stützen genannt und leicht construirt werden. Schreibt man den Ausdruck 96 um in:

$$M_{r-1} = -\frac{G \cdot g \cdot g^1}{l_r} \cdot \frac{2l_r - 3b_r - g}{l_r \frac{c_r}{a_r}},$$

so ist $\frac{Ggg^1}{l}$ das Moment, welches sich bei freier Auflagerung des Trägers an der Belastungsstelle ergeben würde. Mit variabler Lage der Last stellt dieser Werth eine Parabel von den Scheitelcoordinaten $\frac{l}{2}$, $\frac{Gl}{4}$ dar und sind, um die Influenzcurve zu finden, die Ordinaten dieser Parabel im Verhältnifs $\frac{2l - 3b - g}{l \frac{c}{a}}$ zu reduciren. Sei Fig. 10 AB die Spannweite, C und D die beiden Fixpunkte, so ist zuerst die Parabel AUB mit der Scheitelordinate $\frac{Gl}{4}$ zu verzeichnen. Macht man dann $AE = (2l - 3b)$, $EF = l\frac{c}{a}$, so erhält man den der Abscisse $AM = g$ entsprechenden Punkt, indem die Parabelordinate LM nach FJ projicirt und der Strahl EJ gezogen wird. Der Schnitt P mit ML ist der gesuchte Punkt, zugleich ergiebt sich ein zweiter Q im Durchschnitt mit der durch N gehenden Vertikalen.

Die Influenzcurve für M_r wird erhalten, indem $AG = l - 3a$, $GH = l\frac{c}{b}$ aufgetragen, im Uebrigen aber analog dem Vorigen und wie in der Zeichnung angedeutet, verfahren wird.

Aus dem Vorstehenden gewinnt man ein klares Bild über den Einflufs einer Belastung an verschiedenen Stellen des Trägers auf die Stützenmomente. Man ersieht, wie dieser Einflufs zunimmt, je näher die Belastung sich an den Punkten g_{r-1} oder g_r befindet, und kann daraus schliefsen, dafs wenn sich eine Reihe von Belastungen — ein Wagenzug — auf der Construction befinden, bei Anordnung derselben die schwersten Lasten von beiden Seiten gegen die genannten Influenzpunkte g_{r-1}, bezw. g_r zu concentriren sind.

Die Aufgabe ist indessen hiermit nicht erledigt, da die Zugstellung noch unbestimmt bleibt.

Man kann allerdings für jede beliebige Stellung des Systems von Einzellasten mit Zuhilfenahme der Influenzcurve die Momente berechnen und durch den Versuch die ungünstigste Stellung finden. Ist nämlich die betreffende Curve für die Bewegung der Gewichtseinheit construirt, so ergiebt sich das Stützenmoment für eine Reihe von Lasten als Summe der Producte aller Belastungen mit den zu ihrem Ort gehörigen Ordinaten der Influenzcurve. Wäre dagegen die Curve für die Bewegung des Gewichtes P construirt, so würde die Multiplication der dem Gewichte G des Wagenzuges angehörigen Ordinate y mit $\frac{G}{P}$ zu geschehen haben und das Moment für jeden Belastungsfall durch die Summe $\sum_0^l \frac{G_m \cdot y_m}{P}$ dargestellt.

Diese Methode ist indessen wenig befriedigend und läfst sich auch auf anderem Wege ohne Schwierigkeiten die Stellung bestimmen, in welche der Zug für die Maximalwirkung zu bringen ist.

Befinden sich n festverbundene Lasten in der Oeffnung, welche allein als belastet vorausgesetzt wird, so findet sich nach 96, wenn die Indices weggelassen werden:

$$M_{r-1} = -\frac{a}{c\,l^2}\left\{\sum_1^n \left(G g (l - g)(2l - 3b - g)\right)\right\}.$$

Verändert man die Stellung dieses Zuges, so ändern die Abstände g der sämmtlichen, verbundenen Belastungen ihre Werthe gleichviel und es entspricht einer unendlich kleinen Verschiebung dg die Zunahme:

$$dM_{r-1} = -\frac{a}{c\,l^2} dg \left\{\sum_1^n G\left(l(2l - 3b) - 6g(l - b) + 3g^2\right)\right\}.$$

Unter der Voraussetzung, dafs während der nothwendigen Verschiebung keine Veränderung des Zuges stattfindet, d. h. keine Belastungen in die Nachbaröffnungen übertreten, bestimmt sich die dem Maximum entsprechende Zugstellung aus der Gleichung:

$$0 = \sum_1^n \left\{ G\left(l(2l - 3b) - 6g(l - b) + 3g^2\right)\right\}.$$

In dieser Gleichung kann der Abstand eines jeden Rades ausgedrückt werden durch den Abstand g_s des Schwerpunktes sämmtlicher Räder von der $(r-1)$ten Stütze und die Entfernung e des beliebigen Rades von diesem Schwerpunkte, indem die Beziehung

$$g = g_s - e$$

besteht. Hiernach wird die Bedingungsgleichung

$$0 = \sum_1^n \left\{ G\left(l(2l - 3b) - 6(g_s - e)(l - b) + 3(g_s - e)^2\right)\right\}.$$

Löst man auf und berücksichtigt, dafs g_s eine Constante, $\sum_1^n G \cdot e = 0$ und $\sum_1^n G \cdot e^2 = k^2 \cdot \sum_1^n G$ gesetzt werden darf, wobei k den Trägheitshalbmesser sämmtlicher Lasten in Bezug auf eine durch deren Schwerpunkt gehende Verticale bedeutet, so folgt für den Abstand $g^s{}_{r-1}$ des Zugschwerpunktes von der $(r-1)$ten Stütze, die Bestimmungsgleichung:

(102.) $$0 = 3(g^s{}_{r-1})^2 - 6g^s{}_{r-1}(l - b) + l(2l - 3b) + 3k^2$$

woraus:

(102ª.) $$g^s{}_{r-1} = (l - b) - \sqrt{\left(\frac{l}{2} - b\right)^2 + \frac{l^2}{12} - k^2}$$

Ebenso würde sich für das Maximum von M_r die Zugstellung aus

(103.) $$g^s{}_r = a + \sqrt{\left(\frac{l}{2} - a\right)^2 + \frac{l^2}{12} - k^2}$$

bestimmen.

Zunächst ist bemerkenswerth, dafs diese Ausdrücke sich leicht construiren lassen; ähnlich wie 99ª und 100ª. Macht man (Fig. 11) $AF = \frac{2}{3}AB = \frac{2}{3}l$ und bestimmt H als den Durchschnitt des Halbkreises über AF mit der Verticalen in $l/2$, so ist nur noch nöthig, über DH und CH Halbkreise zu verzeichnen, in diese mit $HK = HJ = k$ einzuschneiden und dann mit den Längen DJ und CK die gesuchten Punkte $g^s{}_{r-1}$ und $g^s{}_r$ zu erhalten. Der Construction entsprechend liegt $g^s{}_{r-1}$ rechts von g_{r-1}, $g^s{}_r$ links von g_r.

In der Regel wird bei den erforderlichen Verschiebungen mit dem Zug eine Veränderung dadurch vorgehen, dafs Räder über die Spannweite heraustreten. Können diese ausgeschaltet werden, so ändert sich nur der Werth von k und das Verfahren ist in leicht verständlicher Weise fortzusetzen. Welche Modificationen eintreten, wenn zwei benachbarte Oeffnungen belastet sind, wird später erörtert.

Mit Rücksicht auf diese Bemerkungen kann allgemein ausgesprochen werden:

(104.) Um bei Belastung einer Oeffnung die Momente M_{r-1} bezw. M_r möglichst grofs zu machen, ist der belastende Wagenzug so zu ordnen, dafs die schwersten Lasten beiderseits gegen die Influenzpunkte g_{r-1} bezw. g_r (99, 100) concentrirt sind. Dieser Zug ist so zu verschieben, dafs der Schwerpunkt sämmtlicher Lasten mit dem Punkte $g^s{}_{r-1}$ bezw. $g^s{}_r$ (102, 103) zusammenfällt.

2. Momente in der Oeffnung.

Befindet sich eine Einzellast G in der Oeffnung, so sind für das Moment zwei Werthe zu scheiden und zwar ist:

für $x < g$

$$M_x = M_{r-1} + V^0{}_r \cdot x,$$

für $x > g$

$$M_x = M_{r-1} + V^0{}_r \cdot x - G(x - g)$$

und weil nach 64:

$$V^0{}_r = \frac{M_r - M_{r-1}}{l_r} + \frac{G(l_r - g)}{l_r},$$

so kann auch geschrieben werden:

für $x < g$

(105.) $$M_x = M_{r-1} + \frac{x}{l_r}\left(M_r - M_{r-1} + G(l_r - g)\right),$$

für $x > g$

(106.) $$M_x = M_{r-1} + \frac{x}{l_r}\left(M_r - M_{r-1} - Gg\right) + Gg.$$

Trägt man für variabeles x die Werthe von M_x als Ordinaten auf, so ergeben diese Gleichungen zwei in $x = g$ zusammentreffende Gerade. Ueber den Stützen sind nach 98 die Ordinaten negativ, an der Belastungsstelle ist:

$$M_g = M_{r-1} + \frac{g}{l_r}\left\{M_r - M_{r-1} + G(l_r - g)\right\}$$

oder mit Rücksicht auf die Werthe von M_{r-1} und M_r (96, 97)

(107.) . . . . . . $M_g =$

$$-\frac{G \cdot gg^1}{c_r \cdot l_r{}^3}\left\{g^2(a_r + b_r) - g \cdot l_r(3a_r - b_r) - l_r(l_r - b_r)(l_r - 3a_r)\right\}$$

Der Werth der Klammergröfse ist zwischen $g = 0$ und $g = l_r$ negativ, denn er ist für $g = 0$: $-l_r(l_r - b_r)(l_r - 3a_r)$, für $g = l_r$: $-l_r(l_r - a_r)(l_r - 3b_r)$ und der Coëfficient von g^2 positiv. Daraus folgt:

(108.) Das Moment an der Belastungsstelle ist stets positiv.

Da die Stützenmomente M_{r-1} und M_r negativ sind, so giebt es jederseits der Einzellast einen, im Ganzen also zwei Punkte in der Spannweite, für welche das Moment Null ist.

Diese Resultate ergeben sich auch leicht durch graphische Darstellung. Stellt ADB die Parabel $\frac{Ggg^1}{l}$, AEB und AFB die Influenzcurven für M_{r-1} und M_r dar (Fig. 12), so ergiebt sich, mit Berücksichtigung der zu Gleichung 67 gemachten Bemerkungen, sofort die schraffirte Momentenfläche und die Uebereinstimmung mit den oben ausgesprochenen Sätzen.

Durch diese Construction findet sich auch der Ort der beiden Punkte, in welchen für eine bestimmte Lage der Belastung das Moment zu Null wird. Diese Punkte können noch auf einfachere Weise bestimmt werden, wenn man berücksichtigt, dafs ihre Lage unabhängig ist von der Gröfse der Belastung, da sich mit dieser nur der Maafsstab der Figur ändert. Man kann daher auch voraussetzen, die Belastung ändere während der Bewegung über die Spannweite ihre Gröfse stetig und zwar derart, dafs der Werth $\frac{Ggg^1}{l}$ constant $= C$ bleibt. Die Parabel geht dann in eine zur

Axe parallele Gerade über und die beiden Influenzcurven werden ebenfalls Gerade, deren Gleichungen nach 96, 97:

$$M_{r-1} = -C \cdot a \frac{(2l - 3b - g)}{c \cdot l}$$

$$M_r = -C \cdot \frac{b(2l - 3b - g^1)}{c \cdot l}.$$

Dieselben können in bekannter Weise construirt und mit ihnen für jede beliebige Lage der Last die Schlufslinie und damit die Nullpunkte des Momentes gefunden werden. Fig. 13. Sämmtliche Schlufslinien gehen durch einen Punkt in der Entfernung $\frac{a}{b} \cdot l$ von der linken Stütze, der geometrische Ort sämmtlicher Nullpunkte ist eine Hyperbel.

Durch Rechnung finden sich die Abscissen der Nullpunkte aus 105 und 106 und zwar:

für $x < g$

$$\frac{x_0}{l_r} = -\frac{M_r}{M_r - M_{r-1} + G(l_r - g)}$$

für $x > g$

$$\frac{x_0^1}{l_r} = -\frac{M_{r-1} + Gg}{M_r - M_{r-1} - Gg}$$

und mit den Werthen von M_r und M_{r-1} (96, 97)

$$(109.) \begin{cases} x_0 = \dfrac{a_r g \cdot l_r (2l_r - 3b_r - g)}{(l_r - a_r - b_r) l_r^2 + g \cdot l_r (2a_r - b_r) - g^2 (a_r + b_r)} \\ x_0^1 = l_r - \dfrac{b_r \cdot g \cdot l_r (2l_r - 3a_r - g^1)}{(l_r - a_r - b_r) l_r^2 + g^1 l_r (2b_r - a_r) - g_1^2 (a_r + b_r)} \end{cases}$$

Aus diesen Gleichungen folgen für $g = 0$: $x_0 = 0$, $x_0^1 = l_r - b_r$; für $g = l$: $x_0 = a_r$, $x_0^1 = l_r$. Bewegt sich eine Last über die Spannweite, so durchlaufen hiernach die Punkte, in welchen die Momente Null sind, die Strecken zwischen den Auflagern und den Fixpunkten und zwar in der Weise, dafs der Nullpunkt links der Last für $g = 0$ mit der linken Stütze zusammenfällt und mit stetigem Wachsen von g die Strecke 0 bis a_r zurücklegt, welcher Punkt für $g = l_r$ erreicht wird. Der Nullpunkt rechts der Last fällt für $g = 0$ mit dem zweiten Fixpunkte zusammen und durchläuft während der Bewegung der Belastung mit stetiger Zunahme von g die Strecke b_r derart, dafs für $g = l_r$ er selbst auf der zweiten Stütze anlangt.

Da das Moment an der Belastungsstelle stets positiv, an den Stützen aber negativ ist, und nach dem Vorhergehenden die Nullpunkte nur aufserhalb der Fixpunkte liegen können, so folgt noch, dafs für Querschnitte zwischen den Stützen und dem nächsten Fixpunkte das Moment positive und negative Werthe erhalten, dafs es dagegen für alle Schnitte zwischen den beiden Fixpunkten nur positive Werthe annehmen kann.

Trägt man das Moment, welches an einer bestimmten Stelle x der Weite durch eine im Abstande g befindliche Belastung hervorgerufen wird, während die Belastung sich über die Stützweite bewegt, jedesmal im Angriffspunkte der Last als Ordinate auf, so erhält man eine Curve, welche das Gesetz der Veränderung des Momentes an bestimmter Stelle mit der Bewegung der Last übersichtlich darstellt: die Influenzcurve der Abscisse x. Diese Curve erhält nach den vorhergehenden Betrachtungen nur positive Ordinaten, wenn der Schnitt sich zwischen den beiden Fixpunkten befindet. Für Schnitte zwischen einer Stütze und dem nächsten Fixpunkte sind dagegen sowohl positive wie negative Ordinaten vorhanden. Die Gestalt der Curven und dem entsprechend die Belastungsgesetze werden hiernach verschieden sein für diese Lagen, und ist es zweckmäfsig, dieselben bei der Betrachtung von vornherein zu trennen.

1. Strecke zwischen der linken Stütze und dem ersten Fixpunkt.

$x < a_r$ (Fig. 14).

Man hat:

für $x > g$

wenn in 106 die Werthe von M_{r-1} und M_r eingeführt werden:

$$M_x = -\frac{G \cdot g}{c_r \cdot l_r^3} \Big\{ g^2 (a_r (l_r - x) - b_r x) - 3a_r l_r (l_r - b_r - x) g - l_r^2 (l_r - 3a_r)(l_r - b_r - x) \Big\}$$

$$= \frac{G g}{c_r l_r^3} \Big\{ g^2 (b_r x - a_r (l_r - x)) + 3a_r l_r (l_r - b_r - x) g$$

$$(110.) \quad \ldots \quad - l_r^2 (a_r (2l_r - b_r) + x(l_r - 3a_r)) + c_r l_r^3 \Big\}$$

für $x < g$ mit 105:

$$M_x = -\frac{G g^1}{c_r l_r^3} \Big\{ g^2 (b_r x - a_r (l_r - x)) + g l_r (a_r (2l_r - 3b_r) - x(2a_r - b_r)) - c_r l_r^2 x \Big\} =$$

$$= \frac{G}{c_r l_r^3} \Big\{ g^3 (b_r x - a_r (l_r - x)) + 3a_r l_r (l_r - b_r - x) g^2 - g l_r^2 (a_r (2l_r - b_r) + x(l_r - 3a_r)) + c_r l_r^3 x \Big\}$$

$$= \frac{G}{c_r l_r^3} \Big\{ g^3 (b_r x - a_r (l_r - x)) + 3a_r l_r (l_r - b_r - x) g^2$$

$$(111.) \quad - g l_r^2 (l_r - 3a_r)(l_r - b_r - x) - c_r l_r^3 (g - x) \Big\}$$

Der durch 110 dargestellte Curvenzweig hat nur positive Ordinaten, er ist nach unten convex und schneidet die Axe an der Stütze unter spitzem Winkel. In der Vertikalen durch x trifft er mit dem durch 111 dargestellten Curvenzweig zusammen, welcher zuerst positive, dann negative Ordinaten hat. Er schneidet die Axe zum zweiten Male an der rechten Stütze und befindet sich zwischen beiden Nullpunkten ein analytisches Minimum oder die Stelle, an welcher eine Belastung das gröfste negative Moment in x hervorruft.

Fällt x mit dem ersten Fixpunkte zusammen (Fig. 15), so erhält auch der zweite Curvenzweig nur positive Ordinaten und verläuft an der zweiten Stütze tangential zur Axe. An dieser Stelle liegt der Wendepunkt, die Influenzcurven in den folgenden Oeffnungen gehen in eine mit der Axe zusammenfallende Gerade über, da rechtsseitige Aufsenlasten auf das Moment im ersten Fixpunkt keinen Einflufs haben.

Fällt x mit der ersten Stütze zusammen (Fig. 16), so verschwindet der erste Zweig und sämmtliche Ordinaten sind negativ mit einem Maximum bei g_{r-1}, dem Influenzpunkte der $(r-1)$ten Stütze (99).

Alles Weitere ist vorn ausführlich erörtert. Zu bemerken bleibt noch, dass der Coëfficient von g^2_s für $x = \frac{al}{a+b}$ zu Null wird, vorher negativ, nachher positiv ist. Bei der Berechnung von g_s ist demnach bis zu dem angegebenen Grenzwerthe das negative, nachher aber das positive Zeichen vor der Wurzel zu benutzen. Beim Grenzwerthe bleibt eine lineare Bestimmungsgleichung für g_s.

3. Strecke zwischen dem zweiten Fixpunkt und der rechten Stütze.

$$x > (l_r - b_r).$$

Die Verhältnisse entsprechen selbstverständlich denen zwischen der linken Stütze und dem ersten Fixpunkte, da letztere Lage in die erste übergeht, wenn man den Träger von rückwärts betrachtet. Eine besondere Untersuchung erscheint deshalb überflüssig, doch ist es zweckmäſsig, die Resultate übersichtlich zusammenzustellen:

Die Influenzcurve besteht aus zwei Curvenzweigen, welche in der Ordinate bei x zusammentreffen (Fig. 17). Der erste Theil hat negative und positive, der zweite nur positive Ordinaten. Fällt x mit dem zweiten Fixpunkte zusammen (Fig. 18), so haben beide Theile nur positive Ordinaten und der erste tangirt die Axe an der linken Stütze. Die Influenzcurve in den vorhergehenden Oeffnungen ist in diesem Falle eine mit der Axe zusammenfallende Gerade. Für $x = l_r$ (Fig. 19) verschwindet der rechte Zweig und die Influenzcurve hat nur negative Ordinaten.

Für jedes x zwischen den beiden Grenzpunkten giebt es eine Lage der Belastung, für welche das Moment in x zu Null wird, eine andere, für welche M_x zum positiven und endlich eine für welche M_x zum negativen Maximum wird.

Die Belastungsscheide ${}^1g^0_x$ ergiebt die Gleichung:

$$g^2(a(l-x)-bx)-3al(l-b-x)g$$
$$-l^2(l-3a)(l-b-x)=0 \quad . \quad . \quad (125.)$$

oder

$$(125^a.) \quad . \quad . \quad . \quad {}^1g^0_x = \frac{3al(x-l+b)}{2((a+b)x-al)}$$
$$+\sqrt{\left(\frac{3al(x-l+b)}{2((a+b)x-al)}\right)^2+\frac{l^2(l-3a)(x-l+b)}{(a+b)x-al}}.$$

Das Zeichen vor der Wurzel bestimmt die Erwägung, daſs ${}^1g^0_x$ stets positiv und kleiner als $(l-b)$ sein muſs. Für $x=(l-b)$ ist ${}^1g^0 = 0$, für $x = l$, ${}^1g^0_l = l$.

Eine Controle liefert der Vergleich mit 112, welcher Werth aus 125 entsteht, wenn ${}^1g^0_x$ mit $(l - g^0_x)$, x mit $(l-x)$, a mit b vertauscht werden.

Der Influenzpunkt für das Maximum des negativen Momentes in x findet sich aus

$$3g^2((a+b)x-al)-6al(x-l+b)g$$
$$-l^2(l-3a)(x-l+b)=0 \quad . \quad . \quad . \quad (126.)$$

oder aus:

$$(126^a.) \quad . \quad . \quad . \quad {}^1g_x^{-\max} = \frac{al(x-l+b)}{(a+b)x-al}$$
$$+\sqrt{\left(\frac{al(x-l+b)}{(a+b)x-al}\right)^2+\frac{l^2(l-3a)(x-l-b)}{3((a+b)x-al)}}.$$

Das Vorzeichen der Wurzel bestimmt die Bedingung der Uebereinstimmung von 126[a] mit 100, wenn $x = l_r$ gesetzt wird. Für $x = (l-b)$ ist ${}^1g_x^{-\max} = 0$.

Führt man noch in 110 den aus 126 folgenden Werth:

$$g^2((a+b)x-al) = 2al(x-l+b)g - \frac{l^2(l-3a)(x-l+b)}{3}$$

ein, so entsteht der für die Berechnung des negativen Maximums bequeme Werth

$$(127.) \quad M_x = -\frac{G \cdot {}^1g_x^{-\max}}{3c \cdot l^2}\left\{2l(l-3a)+15a \cdot {}^1g_x^{-\max}\right\}.$$

Zusammengefaſst lassen sich folgende Sätze aussprechen:

(123.) Für Querschnitte zwischen dem zweiten Fixpunkte und der rechten Stütze kann bei bestimmtem x die Weite durch die Belastungsscheide ${}^1g^0_x$ (125) so getheilt werden, daſs durch Lasten auf der Strecke ${}^1g^0_x$ das Moment in x negativ, durch solche auf $(l - {}^1g^0_x)$ aber positiv wird. Der Punkt ${}^1g^0_x$ durchläuft, während x sich von $(l-b)$ bis l bewegt, die Strecke 0 bis l.

(129.) Die auf der Strecke $(l - {}^1g^0_x)$ angebrachten Lasten liefern den gröſsten positiven Beitrag zu M_x, wenn sie sich in x selbst befinden. Bei Belastung durch einen Wagenzug sind daher die schwersten Lasten von beiden Seiten gegen x zu concentriren.

(130.) Die auf ${}^1g^0_x$ befindlichen Lasten liefern den gröſsten negativen Beitrag zum Momente in x, wenn sie sich im Influenzpunkte ${}^1g_x^{-\max}$ der Abscisse x (126) befinden. Ein belastender Wagenzug ist auf ${}^1g^0_x$ aufzustellen und so zu ordnen, daſs die schwersten Lasten beiderseits gegen ${}^1g_x^{-\max}$ concentrirt sind. Der Punkt ${}^1g_x^{-\max}$ durchläuft, während der Querschnitt x sich von $(l-b)$ bis l bewegt, die Strecke von der linken Stütze bis zum Influenzpunkt der rechten Stütze.

Zur Bestimmung der Zugstellung für das positive Maximum befinden sich n Lasten auf der Strecke $(l - {}^1g^0_x)$, davon m auf $(x - {}^1g^0_x)$. Dann ermittelt man:

$$M_x = \frac{1}{cl^3}\left\{(bx-a(l-x))\sum_1^n Gg^3 - 3al(x-l+b)\sum_1^n Gg^2\right.$$
$$\left.-l^2(a(2l-3b)+x(l-3a))\sum_1^n Gg + cl^3\left(\sum_1^n Gg + \sum_{m+1}^n Gx\right)\right\}$$

und die Stellung nach 119 aus:

$$0 = 3((a+b)x-al)g^2_s - 6al(x-l+b)g_s + 3((a+b)x-al)k^2$$
$$-l^2(a(2l-3b)+x(l-3a)) + \frac{cl^3\sum_1^m G}{\sum_1^n G} \quad . \quad (119.)$$

Zur Zugstellung für das negative Maximum seien n Lasten auf ${}^1g^0_x$ aufgestellt. Dann hat man:

$$M_x = -\frac{1}{cl^3}\left\{\sum_1^n G\left(-g^3(bx-a(l-x)) + 3al(x-l+b)g^2\right.\right.$$
$$\left.\left.+l^2(l-3a)(x-l+b)g\right)\right\}$$

und zur Bestimmung der Entfernung des Schwerpunktes aller Lasten von der linken Stütze:

$$(131.) \quad . \quad 0 = 3(bx-a(l-x))g^2_{-s} - 6al(x-l+b)g_{-s}$$
$$+3(bx-a(l-x))k^2 - l^2(l-3a)(x-l+b).$$

c. Belastungsgesetze für die Momente.

Für die Belastungen in der Oeffnung sind sämmtliche Erläuterungen unter b. enthalten. Es erübrigt zunächst noch, aus a. und b. die Gesetze für den Einfluſs der Auſsenbelastungen zusammenzustellen.

Hierfür darf daran erinnert werden, daſs die Stützenmomente an den Enden eines einzeln belasteten Feldes

negativ sind, in den anschliefsenden unbelasteten Oeffnungen die graphische Darstellung der Momente aber geradlinig verläuft und zwar derart, dafs die Stützenmomente abwechselnd positiv und negativ sind, während die Geraden in links gelegenen Feldern durch den ersten, in rechts gelegenen durch den zweiten Fixpunkt gehen.

Ferner werden die Momente in den links gelegenen Feldern absolut um so gröfser, je gröfser das Moment über der linken Stütze der belasteten Oeffnung ist. Für die Maximalwerthe in den vorhergehenden Feldern ist darum eine solche Oeffnung ganz zu belasten und der Wagenzug so zu ordnen, dafs die gröfsten Lasten gegen den Influenzpunkt g_{r-1} (99) concentrirt sind, während die Zugstellung sich nach (102) bestimmt.

Entsprechend erhalten die Momente in den rechts von einer belasteten Oeffnung liegenden unbelasteten Feldern um so höhere Werthe, je gröfser das Stützenmoment M_r am rechten Ende der belasteten ist. Um daher das Maximum des Einflusses auf rechtsliegende Felder hervorzubringen, ist der Wagenzug mit den schwersten Lasten gegen den Influenzpunkt g_r (100) zu ordnen, die Zugstellung aber nach (103) zu bestimmen.

Bezeichnet man nunmehr die gerade zu betrachtende Oeffnung als die Ote und zählt von ihr aus die folgenden und vorhergehenden Oeffnungen mit 1, 2, 3 ...., so lassen sich für den Einflufs der Aufsenbelastungen auf die Momente in einem bestimmten Felde nachfolgende Sätze zusammenstellen:

(132.) Die Belastung der auf die fragliche Oeffnung folgenden Felder von ungerader Ordnung liefert für $x < a$ ein positives, für $x > a$ ein negatives Moment. Die Belastung der Felder von gerader Ordnung giebt für $x < a$ ein negatives, für $x > a$ ein positives Moment.

(133.) Die Belastung der der fraglichen Oeffnung vorhergehenden Felder von ungerader Ordnung ergiebt für $x < (l-b)$ negatives, für $x > (l-b)$ positives Moment, diejenige der Felder von gerader Ordnung für $x < (l-b)$ positives, für $x > (l-b)$ aber negatives Moment.

(134.) Die Aufsenöffnungen sind — wenn überhaupt — total zu belasten und die Züge so zu ordnen, dafs das Stützenmoment auf der dem fraglichen Felde zugekehrten Seite zum negativen Maximum wird (99, 100, 102, 103).

Die Belastungsgesetze für die Grenzwerthe des Momentes an bestimmter Stelle sind hiernach zusammenzustellen und erhält man:

1. Strecke zwischen der linken Stütze und dem ersten Fixpunkt.

$x < a.$

(135.) Positives Maximum (Fig. 20).

a) Belastung der Strecke 0 bis g^0_x (112) in der Oeffnung, Concentration der schwersten Lasten gegen x, Zugschwerpunkt bei g_s (119, 120).

b) Abwechselnde Belastung der Aufsenöffnungen und zwar der vorhergehenden von gerader, der folgenden von ungerader Ordnung. Anordnung und Stellung der Lasten nach 134 in der Weise, dafs die schwersten Lasten gegen den Influenzpunkt der dem fraglichen Felde zugekehrten Stütze concentrirt sind, der Ort des Zugschwerpunktes nach 102, bezw. 103, je für rechts und links gelegene Felder bestimmt wird.

Als specieller Fall gehört hierher das positive Maximum über der $(r-1)$ten Stütze, wobei die durch sie getrennten Felder unbelastet bleiben.

(136.) Negatives Maximum (Fig. 21).

a) Belastung der Strecke $(l-g^0_x)$ (112), Concentration der schwersten Lasten gegen $g_x^{-\max}$ (114), Zugschwerpunkt bei g_{-s} (123, 124).

b) Belastung der folgenden Oeffnungen von gerader, der vorhergehenden von ungerader Ordnung. Anordnung und Stellung der Lasten nach 134.

Als specieller Fall gehört hierher das negative Maximum des Momentes über der $(r-1)$ten Stütze, wobei die durch diese getrennten Oeffnungen total zu belasten und in beiden Oeffnungen die schwersten Lasten gegen die Influenzpunkte der $(r-1)$ten Stütze zu concentriren sind. Zur Bestimmung der Zugstellung erhält man, da jetzt ein über beide Oeffnungen reichender Zug angenommen werden mufs:

$$M_{r-1} = -\frac{a_r}{c_r l^2_r}\sum_1^n Gg(l_r - g)(2l_r - 3b_r - g)$$
$$-\frac{b_{r-1}}{c_{r-1} l^2_{r-1}}\sum_1^m G(l_{r-1} - g^1)g^1(2l_{r-1} - 3a_{r-1} - g_1)$$

wenn angenommen wird, dafs sich m Lasten in der $(r-1)$ten, n solche in der $r$ten Oeffnung befinden und g, bezw. g^1 den Abstand einer Last in der $r$ten, bezw. $(r-1)$ten Oeffnung von der $(r-1)$ten Stütze bedeuten.

Bei einer Zugverschiebung ändert sich g um dg, g^1 um $-dg$, daher folgt die Bestimmungsgleichung:

$$\frac{a_r}{c_r l^2_r}\sum_1^n G\{l_r(2l_r - 3b_r) - 6g(l_r - b_r) + 3g^2\}$$
$$-\frac{b_{r-1}}{c_{r-1} l^2_{r-1}}\sum_1^m G\{l_{r-1}(2l_{r-1} - 3a_{r-1}) - 6g^1(l_{r-1} - a_{r-1})$$
$$+ 3g^2_1\} = 0$$

oder wenn noch

$$g = g_s - e,$$
$$g^1 = g^1_s - e^1,$$
$$\frac{\sum_1^n Ge^2}{\sum_1^n G} = k^2,$$
$$\frac{\sum_1^m G \cdot e^2_1}{\sum_1^m G} = k^2_1$$

eingeführt werden:

$$\frac{a_r}{c_r l^2_r}\sum_1^n G\{l_r(2l_r - 3b_r) + 3k^2 - 6(l_r - b_r)g_s + 3g^2_s\}$$
$$-\frac{b_{r-1}}{c_{r-1} l_{r-1}}\sum_1^m G\{l_{r-1}(2l_{r-1} - 3a_{r-1}) + 3k^2_1 - 6(l_{r-1} - a_{r-1})g_s^1$$
$$+ 3g_s^{1^2}\} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (137.)$$

Hieraus kann g_s oder g_s^1 ermittelt werden, wenn man noch berücksichtigt, dafs, so lange die Verhältnisse sich bei der Verschiebung nicht ändern, die Summe $g_s + g_s^1$, d. h. die Entfernung der Schwerpunkte der beiden Zugabtheilungen von einander bekannt und constant ist.

Treten bei der nothwendigen Zugverschiebung Räder aus oder von einer Oeffnung in die andere über, so ist das Verfahren in leicht verständlicher Weise zu modificiren.

2. Strecke zwischen den beiden Fixpunkten

$$x > a$$
$$< (l - b).$$

(138.) Positives Maximum (Fig. 22).

a) Totale Belastung des Feldes, Concentration der gröfsten Lasten beiderseits gegen x, Zugschwerpunkt nach (119, 120).

b) Belastung der vorhergehenden und folgenden Felder von gerader Ordnung. Anordnung und Stellung der Lasten nach 134.

(139.) Negatives Maximum (Fig. 23).

a) Nichtbelastung des Feldes.

b) Belastung der vorhergehenden und folgenden Felder von ungerader Ordnung. Gruppirung und Stellung der Lasten nach 134.

3. Strecke zwischen dem zweiten Fixpunkte und der rechten Stütze

$$x > (l - b).$$

(140.) Positives Maximum (Fig. 24).

a) Belastung der Strecke $(l - {}^1g^0_x)$ (125), Concentration der schwersten Lasten gegen x, Zugstellung nach (119, 120).

b) Belastung der vorhergehenden Felder von ungerader, der folgenden von gerader Ordnung. Gruppirung und Stellung der Lasten nach 134.

(141.) Negatives Maximum (Fig. 25).

a) Belastung der Strecke ${}^1g^0_x$ (125), Concentration der schwersten Lasten gegen ${}^1g_x{}^{-\max}$ (126, 130), Zugstellung nach 131.

b) Belastung der vorhergehenden Felder von gerader, der folgenden von ungerader Ordnung. Anordnung und Stellung der Lasten nach 134.

Hierher gehört als specieller Fall das Maximum des negativen Momentes über der $r$ten Stütze, wobei die durch diese getrennten Felder total zu belasten und die schwersten Lasten, soweit thunlich, gegen die beiden Influenzpunkte der $r$ten Stütze zu concentriren sind. Befinden sich n Lasten in der $(r+1)$ten, m in der $r$ten Oeffnung, so ergiebt sich analog mit 137, die Zugstellung aus:

$$\frac{a_{r+1}}{c_{r+1} l^2_{r+1}} \sum_1^n G\{l_{r+1}(2l_{r+1} - 3b_{r+1}) + 3k^2 - 6(l_{r+1} - b_{r+1})g_s + 3g_s^2\}$$
$$- \frac{b_r}{c_r l_r^2} \sum_1^m G\{l_r(2l_r - 3a_r) + 3k_1{}^2 - 6(l_r - a_r)g_s{}^1 + 3g_s{}^{1^2}\}$$
$$= 0 \quad \ldots\ldots \quad (142.)$$

Als bemerkenswerth ist aus dem Vorhergehenden noch hervorzuheben, dafs für das positive Moment an bestimmter Stelle diese innerhalb, für das negative aber aufserhalb der Belastung liegt. Ferner sind die Aufsenbelastungen stets so gruppirt, dafs an das belastete Ende des Feldes, in welchem sich der Schnitt x befindet, zunächst ein unbelastetes Feld, an das unbelastete Ende aber umgekehrt ein belastetes Feld sich anschliefst.

Für gleichförmige Belastung gelten selbstverständlich die im Vorhergehenden angegebenen Belastungsgesetze und fallen dabei nur die für die Gruppirung der Lasten ermittelten Regeln weg. Die Alternativbelastungen für die Grenzwerthe ergänzen sich zur totalen gleichförmigen Belastung.

Eine Trennung der Belastung, entsprechend den vorhergehenden und noch zu entwickelnden Belastungsgesetzen wird im Allgemeinen und besonders bei Eisenbahnbrücken nicht vorkommen. Dessenungeachtet kann man, um Grenzwerthe zu erhalten, welche jedenfalls nicht überschritten werden, die Möglichkeit einer derartigen Vertheilung der Belastungen annehmen. Dann aber wird man auch — und es entspricht dies der Art der Verwendung, für welche die Resultate bestimmt sind — die Wagenzüge auf Grund der Belastungsgesetze durch passend bestimmte gleichförmige Belastungen ersetzen können. Es ist ganz zwecklos, bei der Berechnung eine Genauigkeit anzustreben, welche der gemeinhin üblichen constructiven Umsetzung der Resultate gar nicht entspricht und besonders dann überflüssig ist, wenn etwa eine nochmalige Berechnung unter Berücksichtigung der Variation der Querschnitte folgen soll.

Für den Träger auf zwei Stützpunkten sind die Methoden so einfach, dafs es sich immer empfiehlt, direct mit der thatsächlichen Verkehrslast zu operiren.

B. Transversalkräfte und Stützendrucke.

a. Unbelastete Oeffnungen.

Eine Einzellast G befinde sich in der $r$ten Oeffnung, die übrigen Felder seien unbelastet.

Die Transversalkraft ergiebt sich als Resultirende der äufseren Kräfte aus der Definitionsgleichung:

$$V_x = V^0_m - \sum_0^x G, \quad \ldots\ldots \quad (3.)$$

wobei noch:

$$V^0_m = \frac{M_m - M_{m-1}}{l_m} + \sum_0^{l_m} \frac{G(l_m - g)}{l_m} \quad \ldots \quad (2.)$$

und

$$\frac{dM_x}{dx} = V_x \quad \ldots\ldots \quad (69.)$$

In einer unbelasteten Oeffnung ist die Transversalkraft constant und zwar

$$V_x = V^0_m = \frac{M_m - M_{m-1}}{l_m} = \frac{M_m}{l_m}\left(1 - \frac{M_{m-1}}{M_m}\right) \quad (143.)$$

Nach 76 und 79 haben M_{m-1} und M_m verschiedene Vorzeichen und kann das Verhältnifs $\frac{M_{m-1}}{M_m}$ nur zwei bestimmte Werthe annehmen, je nachdem von den übrigen Oeffnungen nur solche auf einer Seite belastet sind. $\frac{M_{m-1}}{M_m}$ ist somit negativ und V_x hat das gleiche Vorzeichen mit M_m. Hieraus folgt:

(144.) Die Transversalkräfte in den unbelasteten Oeffnungen sind abwechselnd positiv und negativ. Sie haben dasselbe Zeichen wie M_m und werden mit demselben positives oder negatives Maximum durch Aufsenbelastung.

Für zwei aufeinanderfolgende unbelastete Oeffnungen ist:

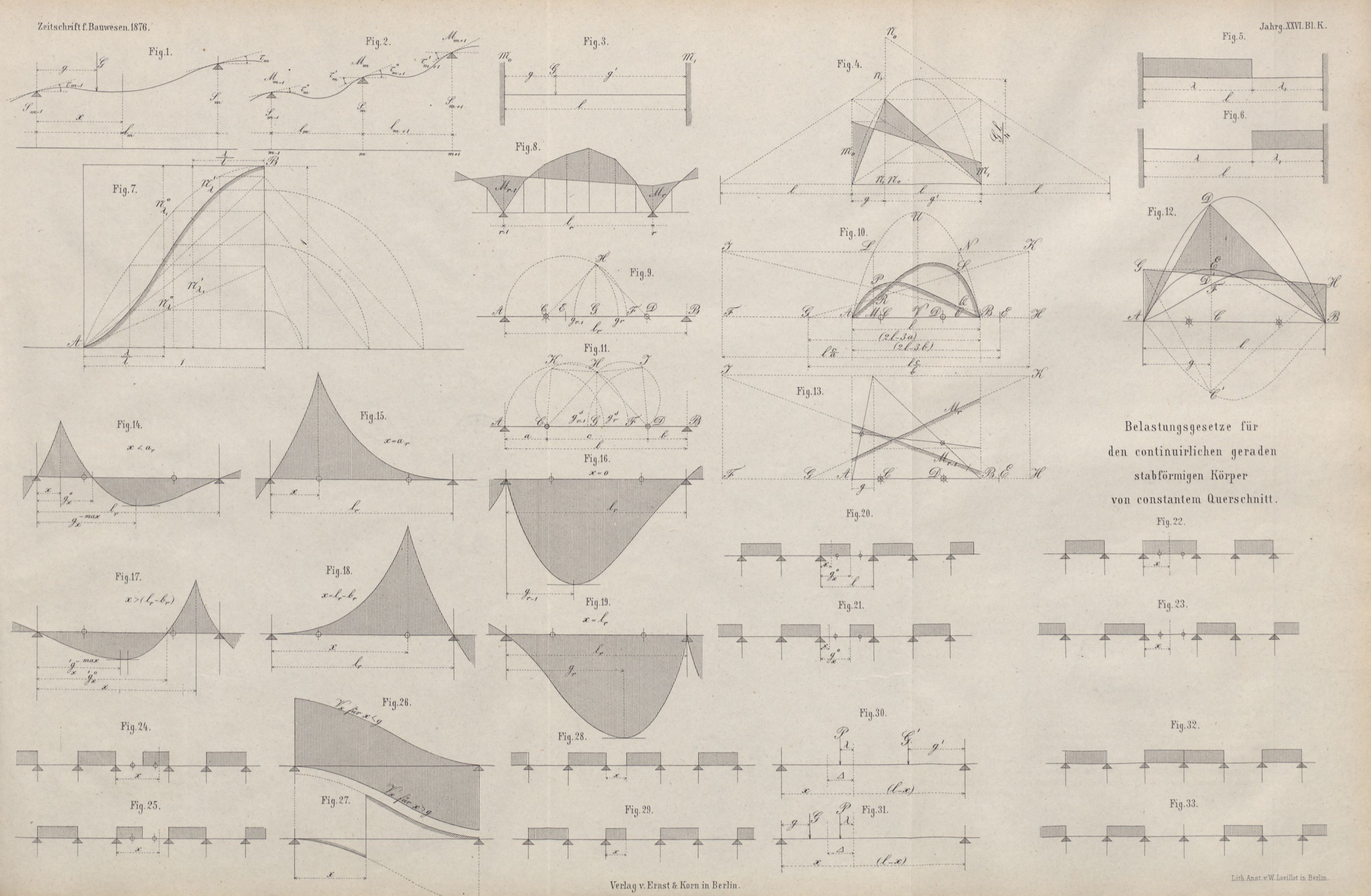
$$V_m = \frac{M_m - M_{m-1}}{l_m}$$

$$V_{m+1} = \frac{M_{m+1} - M_m}{l_{m+1}}$$

somit das Verhältnifs:

$$\frac{V_{m+1}}{V_m} = \frac{1 - \frac{M_{m+1}}{M_m}}{\frac{M_{m-1}}{M_m} - 1} \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}}.$$

Mit Rücksicht auf frühere Ermittelung, insbesondere die Ausdrücke 79 und folgende ergiebt sich hieraus:



Belastungsgesetze für den continuirlichen geraden stabförmigen Körper von constantem Querschnitt.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.
Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

(145.) Das Verhältnifs der Transversalkräfte in zwei aufeinanderfolgenden unbelasteten Oeffnungen erhält nur zwei Werthe, wenn von den übrigen Oeffnungen nur solche auf einer Seite belastet sind. Der eine Werth:

$$\frac{V_{m+1}}{V_m} = \frac{(1 - B_{m+1}) B_m}{(1 - B_m)} \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}} \quad . \quad . \quad (146.)$$

tritt ein, wenn nur rechts gelegene $(m + 1) \leqq (r - 1)$, der andere

$$\frac{V_{m+1}}{V_m} = \frac{(1 - B^1{}_{m+1}) B^1{}_m}{(1 - B^1{}_m)} \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}} . \quad (147.)$$

wenn nur links gelegene Oeffnungen $(m - 1) \geqq r$ belastet sind. Mit 83 kann noch geschrieben werden:

für $(m + 1) \leqq (r - 1)$

$$- \frac{V_{m+1}}{V_m} > \frac{\left(3 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}}\right)\left(2 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_{m-1}}{l_m}\right)}{\left(3 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_{m-1}}{l_m}\right)} \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}}$$

für $(m - 1) \geqq r$

$$- \frac{V_{m+1}}{V_m} < \frac{\left(3 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_{m+2}}{l_{m+1}}\right)}{\left(2 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_{m+2}}{l_{m+1}}\right)\left(3 + {}^3/_2 \cdot \frac{l_{m+1}}{l_m}\right)} \cdot \frac{l_m}{l_{m+1}}.$$

Unter gewöhnlichen Verhältnissen wachsen demnach die Transversalkräfte an absolutem Werthe gegen das belastete Feld.

Den Auflagerdruck liefert Gleichung 68:

$$A_m = V^0{}_{m+1} - V^1{}_m$$
$$= V^0{}_{m+1} \left\{1 - \frac{V^1{}_m}{V^0{}_{m+1}}\right\}$$

oder für eine zwischen zwei unbelasteten Oeffnungen gelegene Stütze:

$$A_m = V_{m+1} \left\{1 - \frac{V_m}{V_{m+1}}\right\} . \quad . \quad . \quad . \quad (148.)$$

Mit Rücksicht auf 144 und 145 folgt hiernach:

(149.) Die Stützendrucke zwischen den unbelasteten Oeffnungen sind abwechselnd positiv und negativ. A_m hat dasselbe Zeichen mit V_{m+1} und wird mit diesem oder M_{m+1} positives und negatives Maximum. Für drei aufeinander folgende unbelastete Oeffnungen hat das Verhältniss der auf die trennenden Stützen ausgeübten Drucke den Werth:

$$\frac{A_{m+1}}{A_m} = \frac{1 - \frac{V_{m+2}}{V_{m+1}}}{\frac{V_m}{V_{m+1}} - 1}.$$

Mit 145 folgt hieraus:

(150.) Das Verhältnifs der Drucke über zwei aufeinanderfolgenden, zwischen unbelasteten Oeffnungen gelegenen Stützen ist negativ und kann nur zwei Werthe annehmen, wenn nur Oeffnungen auf einer Seite belastet sind. Der eine Werth tritt ein, wenn nur rechts gelegene, der andere, wenn nur links gelegene Oeffnungen belastet sind.

Weiter ist zu schliefsen, dafs unter gewöhnlichen Verhältnissen die Auflagerdrucke an absolutem Werthe gegen das belastete Feld wachsen.

Nach dem Vorhergehenden läfst sich der Einflufs der Aufsenbelastungen auf Transversalkraft und Stützendruck beurtheilen.

1. Transversalkräfte.

Sind nur rechts oder links von dem betreffenden ($m$ten) Felde gelegene Oeffnungen belastet, so ist die Transversalkraft der Summe der Beiträge aller Einzellasten gleich, constant im fraglichen Felde, hat das gleiche Zeichen und wird positives und negatives Maximum mit M_m. Daraus folgt:

(151.) Die Belastung der auf die $m$te Oeffnung folgenden Felder von ungerader Ordnung ergiebt einen negativen, diejenige der Felder von gerader Ordnung einen positiven Beitrag.

(152.) Die Belastung der der $m$ten Oeffnung vorhergehenden Felder von ungerader Ordnung ergiebt einen positiven, die der Felder von gerader Ordnung einen negativen Beitrag.

(153.) In sämmtlichen vorhergehenden oder folgenden Oeffnungen sind belastende Wagenzüge so anzuordnen, dafs das Moment über der dem fraglichen $m$ten Felde zugekehrten Stütze zum negativen Maximum wird (134. 99, 100, 102, 103).

2. Stützendrucke.

Bleiben die durch die Stütze getrennten Felder unbelastet, so wird nach 149 der Stützendruck A_m zum positiven oder negativen Maximum mit V_{m+1} oder M_{m+1}. Da M_{m+1} und M_m für dieselbe Aufsenbelastung entgegengesetzte Vorzeichen haben, so liefern die in 151 bis 152 definirten Belastungen zu A_m Beiträge von entgegengesetztem Sinne wie zu M_m und kann darum hierauf verwiesen werden.

b. Belastete Oeffnung.

In der durch eine Einzellast G belasteten Oeffnung ist die Transversalkraft

für $x < g$

$$V_x = V^0{}_r,$$

für $x > g$

$$V_x = V^0{}_r - G = V^1{}_r$$

und mit den Werthen 64

für $x < g$

$$V_x = \frac{M_r - M_{r-1}}{l_r} + \frac{G\,(l_r - g)}{l_r},$$

für $x > g$

$$V_x = \frac{M_r - M_{r-1}}{l_r} - \frac{G\,g}{l_r}.$$

Substituirt man hierin M_r und M_{r-1} nach 96 und 97, so folgt:

für $x < g$

$$(154.) \quad V_x = \frac{G \cdot g^1}{c l^3} \left\{c l^2 + l g\,(2a - b) - g^2\,(a + b)\right\}$$

für $x > g$

$$(155.) \quad V_x = - \frac{G g}{c l^3} \left\{c l^2 + l g^1\,(2b - a) - g^2{}_1\,(a + b)\right\}.$$

Die Klammergröfsen sind stets positiv und folgt daher:

(156.) Die Transversalkraft vor der Belastung ist positiv, nach derselben negativ und in beiden Theilen constant. In anderer Fassung kann auch ausgesprochen werden:

(157.) Jede auf der Strecke $(l-x)$ angebrachte Belastung ergiebt für die Transversalkraft in x einen positiven, jede auf x befindliche Last einen negativen Beitrag.

Die Folgerung 156 ergiebt sich sofort auch aus der Beziehung $\frac{dM_x}{dx} = V_x$, da für Einzelbelastung die graphische Darstellung der Momente durch zwei in der Ordinate bei x zusammentreffende Gerade gebildet wird.

Trägt man noch, während sich eine constante Belastung G über die Spannweite bewegt, die Transversalkräfte für die Querschnitte vor und hinter der Belastung bei jeder Lage derselben als Ordinaten auf, so erhält man zwei Curven. Von diesen hat diejenige, welche die Transversalkräfte vor der beweglichen Last darstellt, nur positive Ordinaten. Der gröfste Werth findet statt für $x = 0$ mit $V_0 = G$, von da an nehmen die Werthe, da

$$\frac{dV_x}{dg} = \frac{G}{cl^3}\left\{-l^2(l-3a) - 6alg + 3(a+b)g^2\right\}$$

negativ ist, stets ab, bis für $x = l$, $V_x = 0$ wird. Fig. 26.

Die Curve der Transversalkräfte für hinter der Last gelegene Querschnitte erhält dagegen nur negative Ordinaten. Sie hat in $x = 0$ die Ordinate Null, von da an nehmen die Werthe, da

$$\frac{dV_x}{dg^1} = -\frac{G}{cl^3}\left\{-l^2(l-3b) - 6blg^1 + 3(a+b)g_1{}^2\right\}$$

positiv ist, absolut genommen stetig zu und wird der gröfste Werth: $-G$ für $x = l$ erreicht.

Für eine bestimmte Lage des Querschnitts besteht hiernach die Influenzcurve der Transversalkräfte aus zwei Theilen der eben definirten Curven (Fig. 27). Vor dem Querschnitt sind die Ordinaten negativ, nachher positiv, in x findet eine Unstetigkeit in der Art statt, dafs besteht:

$$V^x{}_{g=(x+\Delta)} - G = V^x{}_{g=(x-\Delta)},$$

wobei Δ eine sehr kleine Gröfse ist.

Hieraus ergiebt sich noch, dafs der Einflufs einer auf x oder $(l-x)$ befindlichen Belastung auf den negativen oder positiven Werth der Transversalkraft in x um so gröfser ist, je näher sich diese Belastung an x befindet.

(158.) Ein belastender Wagenzug ist daher auf x oder $(l-x)$ aufzustellen und so zu ordnen, dafs jedesmal die schwersten Lasten gegen x gekehrt sind. Im ersten Fall erhält man das negative, im zweiten das positive Maximum der Transversalkraft.

Der Stützendruck

$$A_r = V^0{}_{r+1} - V^1{}_r$$

wird positives Maximum für diejenige Belastung, welche $V^0{}_{r+1}$ zum positiven, $V^1{}_r$ zum negativen Maximum macht und umgekehrt. Die beiden durch die Stütze getrennten Oeffnungen sind im ersten Fall total, im zweiten gar nicht zu belasten und stimmt diese Belastungsweise mit derjenigen, bei welcher für gleichförmige Belastung M_r zum negativen oder positiven Maximum wird.

Dies ist nicht mehr der Fall bezüglich der Anordnung von Wagenzügen. Denn während zum positiven Maximum von $V^0{}_{r+1}$ die schwersten Lasten in l_{r+1} gegen die $r$te Stütze, in l_r aber gegen den Influenzpunkt zu concentriren sind, ist zum negativen Maximum von $V^1{}_r$ der Zug so zu ordnen, dafs in l_r die schwersten Lasten gegen die $r$te Stütze, in l_{r+1} gegen deren Influenzpunkt gekehrt sind. Da der Einflufs einer Belastung, wie der Verlauf der Influenzcurve für die Transversalkraft zeigt, auf die folgenden Oeffnungen wesentlich kleiner als in der eigenen ist, so läfst sich schliefsen:

(159.) Die beiden durch eine Stütze getrennten Oeffnungen sind für das positive Maximum des Auflagerdruckes total zu belasten, der Wagenzug aber so zu ordnen, dafs die schwersten Lasten von beiden Seiten gegen die Stütze concentrirt sind.

Von weiteren analytischen Untersuchungen über die Zugstellung kann hier abgesehen werden, da mit dem Vorstehenden eine genügende Einsicht gewonnen ist.

Für die practische Verwerthung wird man sich im Allgemeinen begnügen können, die — allerdings bei verschiedenen Anordnungen stattfindenden — Maxima von $V^0{}_{r+1}$ und $V^1{}_r$ zu addiren, um das Maximum von A_r zu erhalten.

c. Belastungsgesetze für Transversalkräfte und Stützendrucke.

Aus den vorhergehenden Erläuterungen lassen sich die Belastungsgesetze zusammenstellen und folgt:

1. Transversalkraft.

(160.) Positives Maximum (Fig. 28).

a. Belastung der Strecke $(l-x)$ und Concentrirung der schwersten Lasten gegen x.

b. Belastung der vorhergehenden Felder von ungerader, der folgenden von gerader Ordnung. Gruppirung und Stellung der Aufsenbelastung nach 153.

Das absolute Maximum tritt an der linken Stütze ein, da jede in der Oeffnung zutretende Belastung V vergröfsert.

(161.) Negatives Maximum (Fig. 29).

a. Belastung der Strecke x und Concentration der schwersten Lasten gegen x.

b. Belastung der vorhergehenden Felder von gerader, der nachfolgenden von ungerader Ordnung. Gruppirung und Stellung der Lasten nach 153.

Das absolute negative Maximum tritt an der rechten Stütze ein.

Bisher ist keine Rücksicht auf die Fachtheilung genommen, vielmehr vorausgesetzt worden, das erste Rad des belastenden Zuges stehe auf dem Punkte x. Mit Hilfe der Gleichungen 154 und 155 läfst sich indessen bestimmen, ob Räder vorgeschoben werden müssen oder nicht, und ebenso diejenige Stelle des Faches, an welcher eine Belastung keinen Einflufs auf die Transversalkraft in x hat.

Von einem auf der Spannweite aufgestellten Zuge befinden sich die Lasten G^1 auf der Strecke $(l-x)$, die Lasten P im Fache Δ (Fig. 30). Letztere liefern bezüglich des Hauptträgers zwei Componenten, von denen die eine $\frac{P\lambda}{\Delta}$ in $(x-\Delta)$, die andere $\frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}$ in x angreift, wonach die Gleichungen 154 und 155 für V_x den Werth:

$$V_x = \sum_{(l-x)}^{l}\left(\frac{G^1 g^1}{cl^3}\left\{cl^2 + lg(2a-b) - g^2(a+b)\right\}\right)$$
$$+ \frac{P(\Delta-\lambda)(l-x)}{\Delta \cdot c \cdot l^3}\left\{cl^2 + lx(2a-b) - x^2(a+b)\right\}$$
$$- \frac{P\lambda(x-\Delta)}{\Delta \cdot c \cdot l^3}\left\{cl^2 + l(2b-a)(l-x+\Delta) - (a+b)(l-x+\Delta)^2\right\}$$

oder

$$V_x = \sum_{l-x}^{l} \left[\frac{G^1 g^1}{c l^3}\left\{c l^2 + l g\,(2a - b) - g^2\,(a + b)\right\}\right]$$
$$+ \frac{P(l-x)}{c l^3}\left\{c l^2 + l\,(2a - b)\,x - (a + b)\,x^2\right\}$$
$$- \frac{P\lambda}{\varDelta c l^3}\Big\{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta (l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + \varDelta\,(a + b))$$
$$- 3\varDelta\,(2al - (a + b)\,(x - \varDelta))\,x\Big\} \quad . \ (162.)$$

ergeben. Für eine Verschiebung des Zuges von rechts nach links folgt hieraus für die Zunahme der Transversalkraft:

$$(163.)\quad \frac{dV_x}{dg^1} = \sum_{l-x}^{l}\left[\frac{G^1}{c l^3}\left\{l^2 (l - 3b) + 6 b l g^1 - 3(a + b) g_1{}^2\right\}\right]$$
$$- \frac{P}{\varDelta c l^3}\Big\{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta (l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + (a + b)\,\varDelta)$$
$$- 3\varDelta\,(2al - (a + b)\,(x - \varDelta))\,x\Big\}.$$

Bezeichnet noch $g^1{}_s$ den Abstand des Schwerpunktes der Lasten G^1 von der rechten Stütze, l^1 den Abstand eines beliebigen Rades vom allgemeinen Schwerpunkt, so ist noch, wegen

$$g^1 = g^1{}_s - l^1 \quad \text{und}$$
$$\sum_{l-x}^{l} G^1 l^1 = 0$$
$$\sum_{(l-x)}^{l} G^1 l_1{}^2 = k_1{}^2 \sum_{l-x}^{l} G$$

$$(164.)\quad \frac{dV_x}{dg^1} = \frac{\sum_{l-x}^{l} G^1}{c l^3}\Big\{l^2 (l - 3b) - 3(a + b)\,k_1{}^2$$
$$+ 6 b l g^1{}_s - 3\,(a + b)\,(g^1{}_s)^2\Big\}$$
$$- \frac{P}{\varDelta c l^3}\Big\{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta (l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + (a + b)\,\varDelta)$$
$$- 3\varDelta\,(2al - (a + b)\,(x - \varDelta))\,x\Big\}.$$

Je nachdem dieser Ausdruck positiv oder negativ, ist der Zug von rechts nach links vor- oder zurückzuschieben und diese Bewegung eventuell fortzusetzen bis zu dem Punkte, für welchen $\frac{dV_x}{dg^1} = 0$ wird. Bei dieser Verschiebung werden indessen im Allgemeinen Lasten den Querschnitt x passiren, dadurch wird die Bestimmungsgleichung sich ändern und in der Regel eine Last mit x zusammenfallen.

Für den Balken auf zwei Stützpunkten ergiebt 164 die bekannte Bestimmung, nach welcher dasjenige Rad über x zu stellen ist, dessen Verschieben nach rechts oder links die Ungleichungen

$$\frac{G^1}{P} \gtrless \frac{l - \varDelta}{\varDelta} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (165.)$$

hervorruft.

Den Nullpunkt des Faches, bis zu welchem die stetige Belastung zu reichen hat, ergiebt der Specialwerth von λ, welcher die von P abhängigen Glieder in 162 zu Null macht. Man erhält

$$(166.)\quad \frac{\lambda_o}{\varDelta} = \frac{(l - x)\,(c l^2 + l\,(2a - b)\,x - (a + b)\,x^2)}{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta\,(l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + \varDelta (a + b)) - 3\varDelta (2al - (a + b)(x - \varDelta))\,x}$$

woraus für den Balken auf zwei Stützpunkten, d. h. $a = b = 0$

$$\frac{\lambda_o}{\varDelta} = \frac{(l - x)}{(l - \varDelta)}. \quad . \ . \ . \ . \ (167.)$$

Analoge Ausdrücke finden sich, wenn der Zug die Strecke x bedeckt (Fig. 31) und zwar erhält man:

$$(168.)\quad V_x = - \sum_{o}^{x-\varDelta}\left[\frac{G \cdot g}{c l^3}\left\{c l^2 + l g^1 (2b - a) - (a + b) g_1{}^2\right\}\right]$$
$$+ \frac{P(l - x)}{c l^3}\left\{c l^2 + l\,(2a - b)\,x - (a + b)\,x^2\right\}$$
$$- \frac{P\lambda}{\varDelta \cdot c \cdot l^3}\Big\{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta (l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + \varDelta (a + b))$$
$$- 3\varDelta\,(2al - (a + b)\,(x - \varDelta))\,x\Big\}.$$

$$(169.)\quad \frac{dV_x}{dg} = - \frac{\sum_{o}^{x-\varDelta} G}{c l^3}\Big\{l^2 (l - 3a) - 3\,(a + b)\,k^2$$
$$+ 6 a l g_s - 3 (a + b)\,g_s{}^2\Big\}$$
$$+ \frac{P}{\varDelta c l^3}\Big\{c l^2 (l - \varDelta) + \varDelta (l + \varDelta)\,(l\,(2a - b) + \varDelta\,(a + b))$$
$$- 3\varDelta\,(2al - (a + b)\,(x - \varDelta))\,x\Big\},$$

während selbstverständlich der Werth von λ_o unverändert bleibt.

2. Stützendrucke.

(170.) Positives Maximum (Fig. 32).

a. Totale Belastung der beiden durch die Stütze getrennten Oeffnungen, schwerste Lasten beiderseits gegen die Stütze (159).

b. Abwechselnde Belastung der anderen Oeffnungen. Gruppirung und Stellung der Aufsenlasten nach 153.

(171.) Negatives Maximum (Fig. 33).

a. Nichtbelastung der beiden durch die Stütze getrennten Oeffnungen.

b. Abwechselnde Belastung der übrigen Oeffnungen. Anordnung und Stellung der Lasten nach 153.

Darmstadt, im August 1875. Schäffer.

Der Bogen mit festem Auflager.

(Mit Zeichnungen auf Blatt L im Text.)

Es ist schon so viel über die Theorie des Bogens geschrieben worden, dafs es kaum rathsam erscheint, diesen Zweig der technischen Literatur noch mehr zu bereichern. Allein bei all den schönen und werthvollen Arbeiten, die uns bis jetzt zu Gesicht gekommen sind, vermissen wir meistens zwei Dinge, die, wie uns scheint, nothwendig sind, um einer Neuerung Eingang in die Praxis zu verschaffen. Erstens ist die Entwickelung der Theorie häufig weit hergeholt, oder sie stützt sich auf Formeln, deren Bedeutung nicht Jedermann bekannt; zweitens fehlt den veröffentlichten Arbeiten

meistens der rechte Abschlufs, d. h. eine eingehendere Beschreibung der bei einem practischen Beispiel vorzunehmenden Rechnungen, resp. Constructionen.

Wir machen uns zwar nicht anheischig, diese beiden Anforderungen ganz zu erfüllen, glauben aber doch durch die Veröffentlichung der nachstehenden Bogentheorie, deren Nutzen wir seit 2 bis 3 Jahren selbst erprobt haben, dem Ziele einen Schritt näher zu kommen.

Wir beschränken uns dabei auf den Bogen mit festem Auflager und behalten uns die Behandlung der übrigen Bogenformen in einer spätern Arbeit vor.

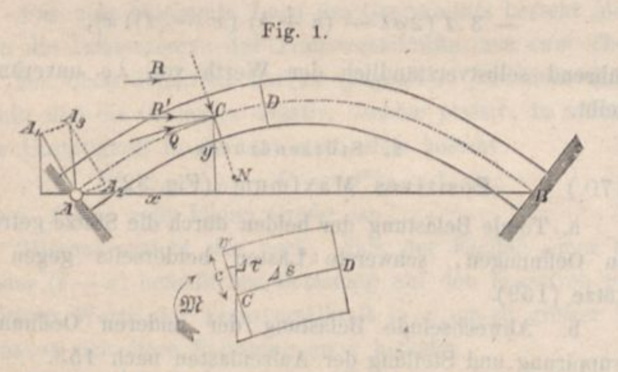
1. Formänderungen des elastischen Bogens.

Sind bei einem Bogen mit festem Auflager die Belastungen und die eine Reaction bekannt, so läfst sich diese letztere mit den Belastungen zusammensetzen und es entsteht eine Drucklinie, aus welcher an jeder Stelle die aufserhalb eines Querschnitts wirkende Kraft oder die „äufsere Kraft" sofort entnommen werden kann. Die Reaction ist aber nach Angriffspunkt, Gröfse und Richtung von vornherein unbekannt, und um diese drei unbekannten Elemente zu bestimmen, bedürfen wir dreier Bedingungen, zu welchen man durch die Elasticitätstheorie gelangt.

Unsre erste Aufgabe wird also sein, aus den Elasticitätsgesetzen drei Bedingungsgleichungen für eine richtige Reaction oder für eine richtige Drucklinie abzuleiten.

Hierzu ist zunächst nöthig, die Formänderungen kennen zu lernen, welche ein Balkenelement unter dem Einflufs einer äufseren Kraft erleidet.

Fig. 1.



Es werde aus dem Bogen AB, Fig. 1, das Element CD von der Länge ΔS herausgeschnitten, und R sei die auf den Querschnitt C wirkende äufsere Kraft. Wir zerlegen sie in eine gleich grofse parallele, im Schwerpunkt des Querschnitts angreifende Kraft R' und in ein Moment (oder Kräftepaar) $\mathfrak{M}$. Ferner zerlegen wir R' in die Componenten P und Q, parallel und normal zum Querschnitt.

Nun bewirkt $\mathfrak{M}$ bekanntlich eine Drehung des Querschnitts C um seine Schwerpunktsaxe, Q dagegen eine parallele Verschiebung des Querschnitts. Die Wirkung von P läfst sich bis jetzt nicht bestimmt angeben, ist übrigens so klein, dafs wir sie (wie es von allen Bearbeitern der Bogentheorie geschehen ist) vernachlässigen dürfen. Wir beschränken uns also auf die Wirkungen von $\mathfrak{M}$ und Q.

Nennt man das Trägheitsmoment des Querschnitts Θ, die Entfernung der äufsersten Kante vom Schwerpunkt c, die durch $\mathfrak{M}$ hervorgerufene Spannung in derselben ϱ, so ist bekanntlich

$$\mathfrak{M} = \frac{\varrho\,\Theta}{c}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Bezeichnen wir ferner die Verkürzung der äufsersten Kante mit v und den Elasticitätsmodul des Materials mit ε, so läfst sich, wenn wir von der verhältnifsmäfsig schwachen Krümmung des Balkens absehen, schreiben:

$$\varrho : \varepsilon = v : \Delta s,$$

oder

$$v = \frac{\varrho \cdot \Delta s}{\varepsilon}.$$

Zugleich ist aber, wenn der kleine Drehungswinkel des Querschnitts C mit $\Delta\tau$ bezeichnet wird,

$$v = c \cdot \Delta\tau,$$

oder durch Gleichsetzung der beiden Werthe für v

$$\frac{\varrho}{c} = \frac{\varepsilon \cdot \Delta\tau}{\Delta s}.$$

Aus Gleichung (1) folgt aber

$$\frac{\varrho}{c} = \frac{\mathfrak{M}}{\Theta};$$

somit ergiebt sich der Drehungswinkel

$$\Delta\tau = \frac{\mathfrak{M} \cdot \Delta s}{\varepsilon \cdot \Theta}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Die Kraft Q vertheilt sich gleichförmig über den Querschnitt und erzeugt, wenn F den Flächeninhalt desselben bezeichnet, eine Pressung

$$\varrho' = \frac{Q}{F},$$

oder eine parallele Verschiebung des Querschnitts

$$v' = \frac{\varrho'}{\varepsilon}\Delta s = \frac{Q \cdot \Delta s}{\varepsilon \cdot F}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Aus den Formänderungen des Elementes CD kann man nun auf die dadurch bewirkten Aenderungen des ganzen Bogens übergehen.

Denkt man sich nämlich den Bogen AB in B festgehalten oder eingespannt und in A freischwebend, so wird sich in Folge der Kraft R das Bogenstück AC verschieben. Unter der Wirkung des Momentes $\mathfrak{M}$ dreht sich der Querschnitt C um seine Schwerpunktsaxe; diese Drehung macht das Bogenstück AC mit; der Endpunkt A bewegt sich also in einem Kreise, dessen Mittelpunkt in C liegt; oder der Punkt A wird, da der Drehungswinkel verschwindend klein ist, in einer Senkrechten zu AC, d. h. in der Richtung AA_1 verschoben. Die Gröfse dieser Verschiebung ergiebt sich

$$AA_1 = AC \cdot \Delta\tau. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Unter der Wirkung der Normalkraft Q, zweitens, erleidet das Bogenstück AC eine parallele Verschiebung in der Richtung von Q; der Punkt A gelangt daher nach A_2, wobei

$$AA_2 = v' = \frac{Q \cdot \Delta s}{\varepsilon \cdot F}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Diese beiden Verschiebungen können wir durch ein Parallelogramm vereinigen und finden, dafs sich der Punkt A unter der vereinigten Wirkung von $\mathfrak{M}$ und Q nach A_3 hin bewegt. (Man gelangt direct zu diesem Resultate, wenn man berücksichtigt, dafs sich der Querschnitt unter der Wirkung der Kraft R um eine neutrale Axe N dreht, welche die Antipolare des Angriffspunkts der Kraft R bezüglich der Centralellipse des Querschnitts ist. Sind die Gröfsen AA_1 und AA_2 richtig aufgetragen und N richtig bestimmt worden, so steht auch in der That AA_3 auf AN senkrecht.) Vgl. hierüber den Aufsatz von Dr. W. Fränkel im Civilingenieur 1867, Seite 57.

Für unsere weiteren Entwickelungen ist es nun vortheilhafter, die Wirkungen von $\mathfrak{M}$ und Q zu trennen. Wir

gehen sogar so weit, die Wirkung der Kraft Q, da sie nur von untergeordnetem Range ist, erst ganz zu ignoriren und sie später blos correctionsweise wieder in Berücksichtigung zu ziehen.

Es drehe sich also das Bogenstück AC um den Punkt C und der Endpunkt A gelange nach A_1. Wir legen nun durch A ein rechtwinkliges Coordinatensystem, nennen die Coordinaten von C x und y und diejenigen von A_1 Δx_1 und Δy_1. Dann verhält sich

$$AA_1 : -\Delta x_1 : \Delta y_1 = AC : y : x.$$

Nach Gleichung (4) ist $AA_1 = AC \cdot \Delta\tau$; folglich ist

$$\Delta x_1 = -y \cdot \Delta\tau$$

und

$$\Delta y_1 = x \cdot \Delta\tau;$$

oder, wenn wir den Werth von $\Delta\tau$ aus Gleichung (2) einführen,

$$\Delta x_1 = -\frac{y\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

und

$$\Delta y_1 = \frac{x\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Der Endquerschnitt A erleidet also dreierlei Aenderungen: 1) eine Drehung $= \Delta\tau$, 2) eine horizontale Verschiebung $= \Delta x_1$, und 3) eine vertikale Verschiebung $= \Delta y_1$.

2. Bedingungsgleichungen einer richtigen Drucklinie.

Denkt man sich in einem Bogen bei gegebener Belastung irgend eine Drucklinie eingezeichnet, und zerlegt dann den Bogen der ganzen Länge nach in Elemente Δs, bestimmt für jedes derselben die Gröfsen $\Delta\tau$, Δx_1 und Δy_1, so erkennt man die Richtigkeit der Drucklinie daran, dafs die drei Summen dieser Gröfsen, jede für sich, gleich Null werden. Denn wäre irgend eine der Summen nicht gleich Null, so würde daraus folgen, dafs das Bogenende A, während B eingespannt bleibt, nicht mehr mit seinem Auflager zusammenfällt, was selbstredend unstatthaft ist.

Die Drucklinie ist also richtig, wenn

1) die Drehung des Querschnitts A

$$\tau = \Sigma\Delta\tau = \Sigma\frac{\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

2) die horizontale Verschiebung von A

$$x_1 = \Sigma\Delta x_1 = -\Sigma\frac{y\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} = 0, \quad . \quad (II)$$

3) die vertikale Verschiebung von A

$$y_1 = \Sigma\Delta y_1 = \Sigma\frac{x\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} = 0. \quad . \quad . \quad (III)$$

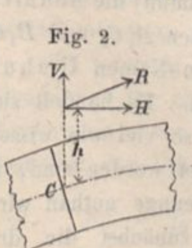


Fig. 2.

Zur Construction der Drucklinie verwendet man in der Regel ein Kräftepolygon; die Poldistanz desselben oder der sogen. Horizontalschub sei H. Zerlegt man nun beim Querschnitt C die äufsere Kraft R da, wo sie die Vertikale durch den Schwerpunkt C schneidet, in eine horizontale und eine vertikale Componente (s. Fig. 2), so ist erstere natürlich gleich der Poldistanz H des Kräftepolygons; und da die vertikale Componente durch C geht, so ist das Moment von R bezüglich C

$$\mathfrak{M} = H \cdot h.$$

Setzt man ferner noch voraus, dafs das Material des Bogens überall dasselbe ist (was heutzutage wohl immer der Fall ist), so lassen sich in obigen drei Gleichungen die Gröfsen H und ε als constante Factoren herausnehmen, und die Gleichungen reduciren sich wie folgt:

$$\tau = \Sigma\frac{\mathfrak{M}\Delta s}{\varepsilon\Theta} = \Sigma\frac{Hh\Delta s}{\varepsilon\Theta} = \frac{H}{\varepsilon}\Sigma\frac{h\Delta s}{\Theta} = 0,$$

oder

$$\Sigma\frac{h\Delta s}{\Theta} = 0; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I')$$

ebenso wird

$$\Sigma\frac{yh\Delta s}{\Theta} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II')$$

und

$$\Sigma\frac{xh\Delta s}{\Theta} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III')$$

3. Anwendung auf einen Parabelbogen mit constantem $\Theta\frac{\Delta x}{\Delta s}$.

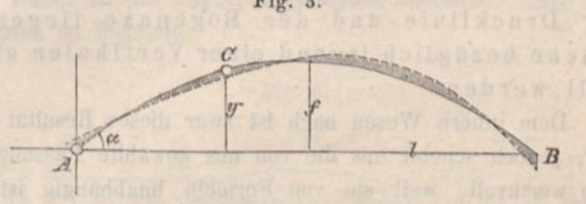
Um die eben abgeleiteten Bedingungsgleichungen noch bequemer zu machen, setzen wir voraus, dafs der Bogen die Form einer Parabel mit vertikaler Axe besitze, und dafs der Querschnitt vom Scheitel gegen die Widerlager hin dermafsen zunehme, dafs sein Trägheitsmoment dem Cosinus des Neigungswinkels der Bogenaxe umgekehrt proportional bleibe, mit andern Worten: dafs die Gröfse $\Theta\frac{\Delta x}{\Delta s}$, worin Δx die Horizontalprojection von Δs bedeutet, eine constante Gröfse sei. Wenn demnach Θ' das Trägheitsmoment des Scheitelquerschnitts bezeichnet, so hat irgend ein anderer Querschnitt das Trägheitsmoment

$$\Theta = \frac{\Delta s}{\Delta x}\Theta'.$$

Wir erreichen hierdurch einfachere Resultate, als wenn wir constantes Θ voraussetzen würden, und kommen überdies der Wirklichkeit etwas näher; denn es ist klar, dafs der Querschnitt bei jedem Bogen gegen die Widerlager hin mehr oder weniger zunehmen wird.

Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich nun sehr einfache Bedingungsgleichungen.

Fig. 3.



Der Bogen AB, Fig. 3, habe die Spannweite $2l$ und die Pfeilhöhe f; die Coordinaten eines beliebigen Bogenpunktes C bezüglich A als Coordinatenanfang seien x und y. Die gestrichte Linie sei die Drucklinie für eine beliebige Belastung.

Setzen wir nun in der obigen Gleichung (I′)

$$\Theta = \frac{\Delta s}{\Delta x}\Theta',$$

so wird

$$\Sigma\frac{h\Delta s\Delta x}{\Delta s\Theta'} = 0,$$

oder, da Θ' als Constante herausgenommen werden darf,

$$\Sigma h\Delta x = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I'').$$

$h\Delta x$ ist nichts anderes als der Flächeninhalt eines unendlich schmalen vertikalen Streifens der in Fig. 3 schraffirten Fläche zwischen Drucklinie und Axe; $\Sigma h\Delta x$ ist demnach der ganze Flächeninhalt, und dieses mufs Null sein, wenn die Drucklinie den Elasticitätsgesetzen und obigen Bedingungen genügen soll.

Unsere zweite Bedingungsgleichung verwandelt sich auf gleiche Weise in

$$\Sigma x h \varDelta x = 0 \quad \ldots\ldots \quad (\text{II}'').$$

$x h \varDelta x$ ist das statische Moment obigen Flächenstreifens bezüglich der y-Axe; die Summe dieser statischen Momente oder das statische Moment der ganzen Fläche mufs daher ebenfalls Null sein.

Endlich wird die dritte Gleichung zu

$$\Sigma y h \varDelta x = 0.$$

Legen wir, um auch hierfür eine Bedeutung aufzufinden, in A eine Tangente an die Bogenaxe und bezeichnen ihren Neigungswinkel mit α, so läfst sich die Gleichung der parabelförmigen Bogenaxe folgendermafsen schreiben:

$$y = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{f}{l^2} x^2.$$

Dies eingesetzt, giebt

$$\Sigma y h \varDelta x = \Sigma \left(x \operatorname{tang} \alpha - \frac{f}{l^2} x^2 \right) h \varDelta x$$

$$= \operatorname{tang} \alpha \, \Sigma x h \varDelta x - \frac{f}{l^2} \Sigma x^2 h \varDelta x = 0,$$

oder wegen (II'')

$$\Sigma x^2 h \varDelta x = 0 \quad \ldots\ldots \quad (\text{III}'').$$

$x^2 h \varDelta x$ ist das Trägheitsmoment des vertikalen Flächenstreifens bezüglich der y-Axe; folglich ist auch das Trägheitsmoment der ganzen Fläche zwischen Drucklinie und Bogenaxe bezüglich der y-Axe gleich Null.

Berechnet man das statische Moment für irgend eine andere vertikale Axe, so bekommt man, da der Flächeninhalt Null ist, natürlich wiederum den Nullwerth; dasselbe gilt vom Trägheitsmoment. Es läfst sich also sagen:

Bei constantem $\Theta \frac{\varDelta x}{\varDelta s}$ mufs die Drucklinie eines parabelförmigen Bogens mit festem Auflager dermafsen eingezeichnet werden, dafs sowohl der Flächeninhalt als auch das statische Moment und das Trägheitsmoment der zwischen der Drucklinie und der Bogenaxe liegenden Fläche bezüglich irgend einer Vertikalen gleich Null werden.

Dem innern Wesen nach ist zwar dieses Resultat nicht neu; jedoch scheint uns die von uns gewählte Fassung deshalb werthvoll, weil sie von Formeln unabhängig ist und sich an bekannte Begriffe anlehnt. Uebrigens hat schon Culmann in der zweiten Auflage seiner graph. Statik, S. 593 ff. den Nullwerth des Flächeninhalts und des statischen Momentes hervorgehoben. Auch dafs das Trägheitsmoment Null sein müsse, haben wir kürzlich in der Abhandlung von Friedrich Steiner über den Bogen (Förster's Allgem. Bauzeitung, 1874, S. 21) ausgesprochen gefunden, allein nur auf die Drucklinie einer Einzellast bezogen.

Es läfst sich mittelst obigen Satzes leicht beweisen, dafs jede Drucklinie die Bogenaxe mindestens in drei Punkten schneiden mufs. Denn zunächst mufs wenigstens ein Schnittpunkt vorhanden sein, weil sonst der Flächeninhalt zwischen Drucklinie und Axe nicht Null sein könnte. Ein Schnittpunkt ist aber unstatthaft, weil dann die beiden Flächentheile links und rechts derselben gleich grofs sein müfsten, folglich ihr statisches Moment bezüglich der y-Axe unmöglich Null sein könnte; wir kommen somit auf wenigstens zwei Schnittpunkte. Bei zwei Schnittpunkten besitzt die bewufste Fläche zwischen Drucklinie und Axe drei getrennte Stücke, sagen wir zwei negative und ein positives; das mittlere positive Stück mufs so grofs sein, wie die beiden negativen zusammen; legen wir nun eine vertikale Axe so, dafs sie die Entfernung der beiden Schnittpunkte halbirt, so haben die Flächenelemente des mittleren positiven Stückes sämmtlich kleinere Hebelarme bezüglich dieser Axe als diejenigen der beiden äufsern, negativen Stücke, folglich kann das Trägheitsmoment aller drei Stücke unmöglich Null sein. Die Axe wird daher mindestens dreimal von der Drucklinie geschnitten.

Diese Betrachtung gilt freilich nur, so lange wir die Wirkung der Normalkraft Q vernachlässigen, während mit Berücksichtigung derselben die Drucklinie für gewisse Belastungen nur zwei Punkte mit der Axe gemein haben kann.

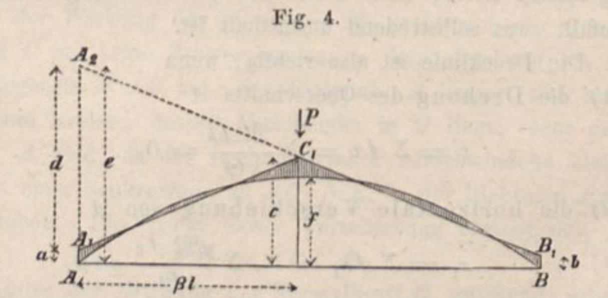
Schon jetzt wollen wir bemerken, dafs nach obigem Gesetz die Drucklinie für eine gleichförmig vertheilte Belastung, die sich über die ganze Spannweite erstreckt, mit der Axe des Bogens zusammenfallen mufs, was sich übrigens beinahe von selbst versteht.

4. Schnittlinie und Umhüllungscurven für Einzellasten.

Nachdem nun die Bedingungen für eine richtige Drucklinie bekannt sind, gehen wir darauf über, die Drucklinie für eine Einzellast abzuleiten und zu analysiren.

Es ruhe, Fig. 4, auf dem Bogen AB einzig und allein die Last P; selbst das Eigengewicht nehmen wir bei dieser Untersuchung als nicht vorhanden an. P erzeugt ebenso wie jede andere Belastung auf jeder Seite eine Auflagerreaction; die linke Reaction habe die Richtung $A_1 C_1$, die rechte die Richtung $B_1 C_1$; dann müssen sich diese beiden Richtungen selbstverständlich auf P schneiden, und die Drucklinie besteht somit aus dem Linienzug $A_1 C_1 B_1$.

Fig. 4.



Verändert die Last P ihre Lage, so werden auch die Punkte A_1, C_1 und B_1 ihre Lage verändern; dabei beschreibt der Punkt C_1 eine Linie, die wir (nach Culmann) die Schnittlinie der Kräfte nennen, und die Linien $A_1 C_1$ und $B_1 C_1$ umhüllen je eine Curve, die wir mit dem Namen Umhüllungscurven der Kräfte bezeichnen. Es handelt sich nun darum, diese drei Curven, welche, so viel wir wissen, zuerst von Prof. Dr. E. Winkler abgeleitet worden sind, so zu bestimmen, dafs obigen Bedingungen Genüge gethan wird.

Zu diesem Zweck berechnen wir zunächst die drei Gröfsen a, b und c in Fig. 4, durch welche die Drucklinie $A_1 C_1 B_1$ bei gegebener Lage der Last P bestimmt wird. Die Entfernung der Last P vom linken Auflager sei βl, wobei l die halbe Spannweite bezeichnet und β zwischen 0 und 2 variiren kann.

Ferner betrachten wir die in der Fig. 4 schraffirte Fläche als Differenz zwischen dem Parabelsegmente AB und dem Fünfeck $AA_1 C_1 B_1 B$. Dann mufs, damit obigen drei Be-

dingungen genügt wird, der Flächeninhalt des Parabelsegmentes gleich demjenigen des Fünfecks sein; ferner mufs das Parabelsegment gleiches statisches und gleiches Trägheits-Moment besitzen wie das Fünfeck. Auf diese Weise bekommen wir drei Gleichungen.

Um das Fünfeck bequemer berechnen zu können, sehen wir es wiederum als Differenz zwischen dem Paralleltrapez $A A_2 B_1 B$ und dem Dreieck $A_1 A_2 C_1$ an und bezeichnen $A_1 A_2$ der Kürze halber mit d, und $A A_2$ mit e. Dann liefert die Gleichheit der Flächeninhalte die Gleichung:

$$^4/_3\, l f = l(e + b) - {}^1/_2\, \beta l d,$$

oder $$8 f = 6 e + 6 b - 3 \beta d.$$

Die Gleichheit der statischen Momente, bezogen auf die linke Auflagervertikale, giebt, wenn man zur leichtern Berechnung das Trapez durch die Diagonale $A B_1$ in zwei Dreiecke getheilt denkt,

$$^4/_3\, l^2 f = {}^2/_3\, l^2 e + {}^4/_3\, l^2 b - {}^1/_6\, \beta^2 l^2 d,$$

oder $$8 f = 4 e + 8 b - \beta^2 d.$$

Die Gleichheit der Trägheitsmomente, drittens, giebt mit Hülfe einer kleinen Integration die Gleichung

$$^8/_5\, l^3 f = {}^2/_3\, l^3 e + 2 l^3 b - {}^1/_{12}\, \beta^3 l^3 d,$$

oder $$96 f = 40 e + 120 b - 5 \beta^3 d.$$

Aus den drei Gleichungen wird zunächst durch Elimination von e und d gefunden

$$b = \frac{2}{15} \cdot \frac{6 - 5\beta}{2 - \beta} \cdot f.$$

Da die Gröfsen a und b für symmetrisch liegende P gleich grofs werden, so bekommen wir sofort a, wenn wir in dem Werthe von b β durch $2 - \beta$ ersetzen; das giebt

$$a = \frac{2}{15} \cdot \frac{5\beta - 4}{\beta} \cdot f.$$

Den Werth von c findet man am schnellsten, wenn man den Flächeninhalt des Fünfecks nochmals aufstellt, aber durch a, b und c ausgedrückt, und ihn dann gleich $^4/_3\, l f$ setzt. Man erhält

$$\beta l \cdot \frac{a + c}{2} + (2 - \beta)\, l \cdot \frac{c + b}{2} = {}^4/_3\, l f,$$

woraus nach Einsetzung von a und b folgt

$$c = {}^6/_5\, f.$$

Die Schnittlinie der Kräfte ist also eine horizontale Gerade in der Entfernung $^6/_5\, f$ von der Bogensehne.

Die Umhüllungscurven wollen wir geometrisch und rechnerisch ableiten. Wir beginnen mit dem erstern Wege.

Es seien in Fig. 5 $A_1 C_1$ und $B_1 C_1$ wieder die beiden Reactionen für eine in C_1 ruhende Last. Wir ziehen in der Entfernung c von der Bogensehne die Kräfteschnittlinie $D E$. Dann ist der Flächeninhalt des Dreiecks $A_1 D C_1$

$$F_1 = {}^1/_2\, \beta l (c - a) = \frac{4}{15} (l + \beta l) f.$$

Fig. 5.

Machen wir $D G = l$ und $D O = {}^8/_{15}\, f$, so ist der Flächeninhalt des Dreiecks $G O C_1$ ebenfalls gleich $\frac{4}{15}(l + \beta l) f$. Ziehen wir nun durch G eine Vertikale und verlängern wir $C_1 O$ bis zum Schnittpunkt J mit derselben, so ist das Dreieck $J D C_1$ gleich dem Dreieck $G O C_1$. Da aber letzteres gleich dem Dreieck $A_1 D C_1$ ist, so folgt, dafs $J A_1$ eine Horizontale ist, und es ergiebt sich somit folgende einfache Construction der Reaction $A_1 C_1$:

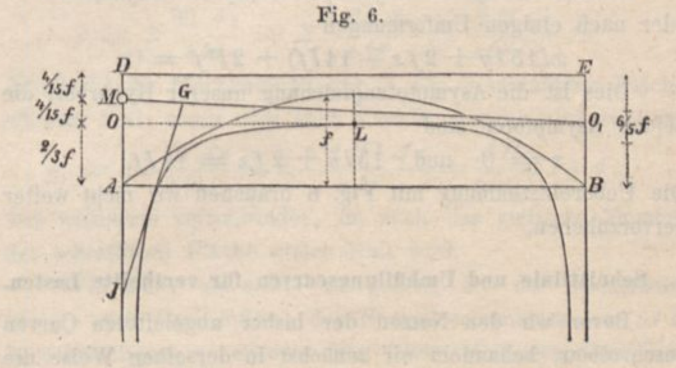
Man ziehe vom Punkte C_1 aus, in welchem die Last P die Kräfteschnittlinie trifft, eine Gerade durch den festen Punkt O bis zur festen Vertikalen $G J$. Dann ziehe man die Horizontale $J A_1$, so ist $A_1 C_1$ die Richtung der Reaction.

Die Punktreihe der C_1 ist nun offenbar derjenigen der J perspectivisch und diese der Punktreihe der A_1; folglich sind die Reihen der C_1 und der A_1 einander projectivisch, mit andern Worten: die Geraden $A_1 C_1$ umhüllen einen Kegelschnitt.

$D E$ und $D A$ sind als Träger der beiden projectivischen Punktreihen ebenfalls Tangenten an den Kegelschnitt und ihre resp. Berührungspunkte werden erhalten, wenn man diejenigen Punkte sucht, welche dem Punkte D entsprechen. Es entspricht nun dem Punkte D als Punkt von $D E$ auf $D A$ der unendlich ferne Punkt. Der Kegelschnitt ist daher eine Hyperbel und $D A$ ist eine Asymptote. Dem Punkte D als Punkt von $D A$ dagegen entspricht auf $D E$ der Punkt G. $D E$ berührt daher die Hyperbel in G. Ferner entspricht dem unendlich fernen Punkt von $D E$ auf $D A$ der Punkt O; folglich ist $O O_1$ eine zweite horizontale Tangente an die Hyperbel. Daraus folgt, dafs die Mitte M von $D O$ der Mittelpunkt der Hyperbel und L als auf einer Linie mit $G M$ liegend der Berührungspunkt auf der Tangente $O O_1$ ist. Endlich ergibt sich, da auf jeder Tangente die Asymptoten mit dem Berührungspunkt zwei gleich grofse Strecken bestimmen, dafs $M O_1$ die andre Asymptote ist.

Damit ist die Hyperbel genügend bestimmt. Ihre Construction ist folgende:

Fig. 6.



Man ziehe, Fig. 6, die Kräfteschnittlinie $D E$ in der Entfernung $^6/_5\, f$ von der Bogensehne $A B$, trage $A O = B O_1 = {}^2/_3\, f$ auf und halbire $D O$ in M, verbinde sodann O_1 mit O und mit M und bestimme mittelst der bekannten Hyperbelconstruction aus den Asymptoten $M O$ und $M O_1$ und dem Punkte L so viel Hyperbelpunkte, als nöthig sind, um die Curve von L an abwärts genau verzeichnen zu können.

Führt man genau symmetrisch dasselbe auf der rechten Seite aus, so erhält man die Umhüllungscurve für die rechte Reaction. Die beiden Umhüllungscurven (welche natürlich zwei von einander verschiedene Hyperbeln sind) haben in L

nicht nur einen Punkt, sondern auch die Tangente OO_1 mit einander gemein.

Zur Controlle oder auch zur directen Construction der Hyperbeln können sodann noch beliebige Tangenten GJ gezeichnet werden, indem O_1J parallel OG sein muſs.

Um zweitens diese Umhüllungscurven rechnerisch abzuleiten, legen wir (s. Fig. 4) durch A wiederum ein rechtwinkliges Coordinatensystem und stellen die Gleichung der Linie A_1C_1 auf. Sie wird

$$y = a + \frac{c-a}{\beta l}x,$$

oder nach Einsetzung der Werthe von a und c

$$8(1+\beta)fx - 15\beta^2 ly + 2(5\beta - 4)\beta lf = 0.$$

Diese Gleichung von A_1C_1 wird nun stets eine andre, wenn wir den Werth von β variiren. Läſst man β von 0 bis 2 wachsen, so bekommt man sämmtliche Lagen der Reaction A_1C_1. Die Gleichung der Curve, welche A_1C_1 dabei umhüllt, finden wir sehr leicht durch folgende Betrachtung:

Setzen wir in obiger Gleichung für x und y die Coordinaten x_1 und y_1 eines beliebigen Punktes, so können wir die Gleichung nach β auflösen und erhalten dafür im Allgemeinen zwei Werthe. Diese zwei Werthe bestimmen diejenigen zwei Lagen von A_1C_1, welche durch den Punkt x_1y_1 gehen, mit andern Worten: die zwei Tangenten, welche vom Punkte x_1y_1 aus an die Umhüllungscurve gezogen werden können. Werden diese beiden Werthe von β imaginär, so ist dies ein Zeichen, daſs der Punkt x_1y_1 innerhalb der Curve liegt. Werden sie aber gleich groſs, so liegt der Punkt x_1y_1 auf der Curve. Dies ist, was wir erreichen wollen: Wir suchen diejenigen Punkte x_1y_1, für welche die quadratische Gleichung von β zwei gleiche Wurzeln bekommt.

Ist $p\beta^2 + q\beta + r = 0$ aufzulösen, so werden die zwei Wurzeln bekanntlich gleich, wenn $4pr = q^2$ ist; wir multipliciren also in obiger Gleichung den Factor von β^2 mit dem Gliede ohne β und setzen das vierfache Product gleich dem Quadrate des Factors von β, so bekommen wir die Gleichung der Umhüllungscurve. Es wird hiernach

$$4(-15ly + 10lf)8fx = (8fx - 8lf)^2,$$

oder nach einigen Umformungen

$$x(15ly + 2fx - 14lf) + 2l^2f = 0.$$

Dies ist die Asymptotengleichung unserer Hyperbel; die beiden Asymptoten sind

$$x = 0 \quad \text{und} \quad 15ly + 2fx = 14lf.$$

Die Uebereinstimmung mit Fig. 6 brauchen wir nicht weiter hervorzuheben.

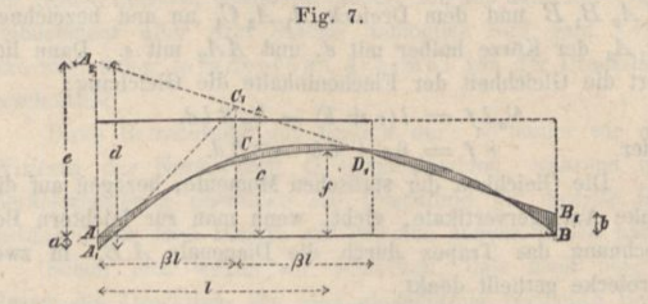
5. Schnittlinie und Umhüllungscurven für vertheilte Lasten.

Bevor wir den Nutzen der bisher abgeleiteten Curven beschreiben, behandeln wir zunächst in derselben Weise die vertheilten Belastungen.

Es ruhe auf dem Bogen AB, Fig. 7, eine gleichförmig vertheilte Last, die sich vom Auflager A aus über die Strecke $2\beta l$ ausdehnt. Die Reactionen A_1C_1 und B_1C_1 schneiden sich natürlich auf der Mitte dieser Strecke, und die Drucklinie setzt sich aus der Parabel A_1CD_1 und der an ihr tangirenden Geraden D_1B_1 zusammen. Die schraffirte Fläche zwischen Drucklinie und Axe hat die bekannten Bedingungen zu erfüllen.

Wir betrachten diese Fläche auch hier wieder als Differenz zwischen dem Parabelsegment AB und der, hier verschlungenen Figur $AA_1CD_1B_1B$. Um letztere bequemer berechnen zu können, setzen wir sie wiederum gleich der Differenz zwischen dem Trapez AA_2B_1B und dem Parabeldreieck $A_1CD_1A_2$. Im Uebrigen gehen wir ganz ebenso vor, wie in der vorigen Nummer, und erhalten nach den in Fig. 7 eingetragenen Bezeichnungen folgende drei Gleichungen:

Fig. 7.



Gleichheit der Flächen:

$$\tfrac{4}{3}lf = l(e+b) - \tfrac{2}{3}\beta^2 ld,$$

oder

$$4f = 3e + 3b - 2\beta d;$$

Gleichheit der statischen Momente:

$$\tfrac{4}{3}l^2f = \tfrac{2}{3}l^2e + \tfrac{4}{3}l^2b - \tfrac{1}{3}\beta^2l^2d,$$

oder

$$4f = 2e + 4b - \beta^2 d;$$

Gleichheit der Trägheitsmomente:

$$\tfrac{8}{5}l^3f = \tfrac{2}{3}l^3e + 2l^3b - \tfrac{4}{15}\beta^3l^3d,$$

oder

$$12f = 5e + 15b - 2\beta^3 d.$$

Hieraus wird zunächst

$$d = \frac{4}{\beta(10 - 15\beta + 6\beta^2)}f$$

und $e = \beta(3 - 3\beta + \beta^2)d;$

dann $b = \beta(1-\beta)^2 d = \dfrac{4(1-\beta)^2}{10 - 15\beta + 6\beta^2}f$

und $a = d - e = \dfrac{1-\beta}{\beta}b = \dfrac{4(1-\beta)^3}{\beta(10 - 15\beta + 6\beta^2)}f;$

endlich $c = e - \dfrac{e-b}{2l}\beta l = \dfrac{2(6 - 8\beta + 3\beta^2)}{10 - 15\beta + 6\beta^2}f.$

Die letzte Gleichung bestimmt die Punkte, in welchen sich die Reactionen schneiden, d. h. die Schnittlinie der Kräfte; diese ist, wie man sieht, vom dritten Grad. Genau so wie in der vorigen Nummer findet man ferner bei eingehenderer Untersuchung, daſs die Reaction B_1C_1 eine Hyperbel umhüllt, deren Gleichung

$$(2fx - 9ly + 4fl)^2 = 32(y - f)(3y - 2f);$$

der Mittelpunkt hat die Coordinaten $x = \tfrac{7}{4}l$ und $y = \tfrac{5}{6}f$; die Asymptoten laufen beide schief. Es ergeben sich indessen so wenig bequeme Elemente dieser Hyperbel, daſs es unpassend erscheint, sie nach dieser Gleichung zu construiren. Noch weniger lohnt es sich, die Curve zu analysiren, welche von der Reaction A_1C_1 umhüllt wird; sie ist, beiläufig bemerkt, vom vierten Grade. (Vgl. Culmann's Graph. Statik, 2. Aufl. Seite 107.)

Jedenfalls kommen wir schneller zum Ziel, wenn wir, um die drei neuen Curven zu zeichnen, ganz einfach eine genügende Anzahl von Werthen für a, b und c berechnen und in der Zeichnung auftragen. Läſst man β von 0 bis 1 in Zehnteln wachsen, was meistens vollkommen genügt, so bekommt man folgende Tabelle:

β	$a:f$	$b:f$	$c:f$
0,0	∞	0,400	1,200
0,1	3,407	0,379	1,222
0,2	1,414	0,354	1,249
0,3	0,757	0,325	1,281
0,4	0,435	0,290	1,323
0,5	0,250	0,250	1,375
0,6	0,135	0,203	1,443
0,7	0,063	0,148	1,533
0,8	0,022	0,087	1,652
0,9	0,003	0,029	1,809
1,0	0,000	0,000	2,000

Mit Hilfe dieser Tabelle erhält man nun für jede der drei Curven elf Punkte, bezieh. Tangenten. Von letztern können auch die Berührungspunkte leicht gefunden werden, wie sich aus folgender Betrachtung ergiebt:

Läfst man die Belastung um ein unendlich kleines Stück zunehmen, so erleiden die Tangenten eine unendlich kleine Drehung um ihre Berührungspunkte; statisch gesprochen kommen zu den schon vorhandenen Reactionen R die unendlich kleinen Reactionen $\varDelta R$ einer unendlich kleinen Einzellast hinzu; die Mittelkraft der beiden Kräfte R und $\varDelta R$ mufs natürlich durch ihren Schnittpunkt gehen; folglich erhält man die Berührungspunkte obiger Tangenten, wenn man von demjenigen Punkte der ersten Kräfteschnittlinie, welcher vertikal über dem Endpunkt der vertheilten Belastung liegt, zwei Tangenten an die erste Umhüllungscurve legt.

Sind auf diese Weise sämmtliche Tangenten nebst ihren Berührungspunkten bestimmt, so ist es leicht, die Umhüllungscurven als solche zu verzeichnen.

Ebenso könnten auch die Tangenten der von C_1 beschriebenen Kräfteschnittlinie bestimmt werden; doch läfst sich diese Curve durch Auftragen der Punkte schon genau genug verzeichnen.

Denken wir uns, die Belastung stofse nicht an das linke, sondern an das rechte Auflager an, so bekommen wir natürlich ein ganz symmetrisches Gebilde, brauchen also nur die drei Curven symmetrisch zur Mittelaxe des Bogens zu übertragen, um auch diese Belastungen behandeln zu können.

Um die fünf verschiedenen Linien in Zukunft von einander unterscheiden zu können, bezeichnen wir sie, so wie wir sie kennen gelernt haben, mit Nummern und sprechen somit von erster und zweiter Schnittlinie, von erster, zweiter und dritter Umhüllungscurve. Wie diese verschiedenen Curven aussehen, zeigt Blatt L.

6. Berücksichtigung der Normalkraft Q.

Bevor wir zur Anwendung des Bisherigen schreiten, müssen wir uns noch kurz mit der früher fallen gelassenen Wirkung der Kraft Q beschäftigen.

Wir haben in Nummer 1 gezeigt, dafs sich das Bogenende A unter der Wirkung der Kraft Q um die Gröfse

$$v' = \frac{Q \cdot \varDelta s}{\varepsilon \cdot F}$$

in der Richtung dieser Kraft verschiebt. Da diese Verschiebung v' verhältnifsmäfsig klein ist, so dürfen wir uns bei der Summation derselben eine Vereinfachung erlauben, die schliefslich die Berücksichtigung von Q nur im Sinne einer Correction des Bisherigen erscheinen läfst.

Denkt man sich zu irgend einer Belastung die Drucklinie gezeichnet und bestimmt man an verschiedenen Stellen durch Zerlegung der äufsern Kraft R die Normalcomponente Q, so erkennt man bald, dafs diese letztere mit kleinen Abweichungen von den Widerlagern gegen den Scheitel hin langsam abnimmt. Dies ist in der Regel auch mit dem Flächeninhalte F des Querschnitts der Fall, so dafs wir die Kraft Q genau genug dem Flächeninhalte F proportional setzen dürfen. Für den Scheitelquerschnitt wird Q stets gleich der Poldistanz H. Nennen wir nun den Scheitelquerschnitt F', so darf

$$\frac{Q}{F} = \frac{H}{F'}$$

gesetzt werden, und es wird

$$v' = \frac{H}{\varepsilon F'} \varDelta s.$$

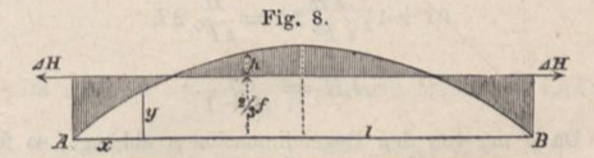
v' ist demnach für eine und dieselbe Drucklinie der Länge $\varDelta s$ des Bogenelementes proportional. Daraus folgt, dafs der ganze Bogen unter dem Einflufs der Kraft Q dieselben Formänderungen erleidet wie z. B. bei einer Abnahme der Temperatur; jedes Bogenelement verkürzt sich um eine Gröfse, die seiner eigenen Länge proportional ist, folglich auch der ganze Bogen. Das Bogenende A verschiebt sich also, wenn B fest gehalten wird, in horizontaler Richtung nach rechts, und zwar um die Gröfse

$$x_1 = \frac{v'}{\varDelta s} \cdot 2\,l = \frac{H}{\varepsilon F'} \cdot 2\,l,$$

worin $2\,l$ wie früher die Spannweite bezeichnet.

Es mufs nun zu den sämmtlichen Kräften, welche auf den Bogen wirken, eine neue Kraft hinzugefügt werden, die so beschaffen ist, dafs sie dem Bogenende A eine horizontale Verschiebung von x_1 nach links ertheilt. Dies ist der Fall mit einer horizontalen Zugkraft $\varDelta H$, die um $^2/_3\,f$ über der Bogensehne liegt; siehe Fig. 8.

Fig. 8.



Berechnen wir, um dies zu beweisen, zunächst nach den Gleichungen I und III in Nummer 2 die zwei Gröfsen τ und y_1, welche $\varDelta H$ hervorruft, so erhalten wir

$$\tau = \Sigma \frac{\mathfrak{M}\,\varDelta s}{\varepsilon\,\Theta} = \Sigma \frac{\varDelta H h\,\varDelta x}{\varepsilon\,\Theta'} = \frac{\varDelta H}{\varepsilon\,\Theta'} \Sigma h\,\varDelta x.$$

$\Sigma h\,\varDelta x$ ist als Flächeninhalt der in Fig. 8 schraffirten Fläche offenbar Null; somit wird auch $\tau = 0$. Sodann wird zweitens

$$y_1 = \Sigma \frac{x\,\mathfrak{M}\,\varDelta s}{\varepsilon\,\Theta} = \Sigma \frac{x\,\varDelta H h\,\varDelta x}{\varepsilon\,\Theta'} = \frac{\varDelta H}{\varepsilon\,\Theta'} \Sigma x\,h\,\varDelta x,$$

was wiederum verschwindet, da auch das statische Moment der schraffirten Fläche gleich Null wird.

Will man, um sicher zu gehen, bei der Berechnung von y_1 auch die Einflüsse der Normalcomponenten von $\varDelta H$ berücksichtigen, so erkennt man leicht, dafs sich diese Einflüsse infolge der symmetrischen Form des Bogens gegenseitig aufheben müssen, sodafs y_1 auch mit Rücksicht hierauf gleich Null wird.

$\varDelta H$ bewirkt also in der That nur eine horizontale Verschiebung des Bogenendes. Um diese als Funktion von $\varDelta H$ zu berechnen, benutzen wir zunächst die Gleichung II in Nummer 2 und bekommen:

$$x_1' = -\Sigma \frac{y\,\mathfrak{M}\,\varDelta s}{\varepsilon\,\Theta} = -\frac{\varDelta H}{\varepsilon\,\Theta'} \Sigma y\,h\,\varDelta x$$

$$= -\frac{\varDelta H}{\varepsilon\,\Theta'} \Sigma \left(x \operatorname{tang} \alpha - \frac{f x^2}{l^2} \right) h\,\varDelta x = +\frac{\varDelta H f}{\varepsilon\,\Theta'\,l^2} \Sigma x^2 h\,\varDelta x.$$

$\Sigma x^2 h \varDelta x$ ist das Trägheitsmoment der schraffirten Fläche bezüglich der Vertikalen durch A, wobei der Theil über $\varDelta H$, welcher die positiven Hebelarme enthält, positiv gerechnet werden mufs. Dieses Trägheitsmoment wird

$$\Sigma x^2 h \varDelta x = \frac{8}{5} l^3 f - \frac{8}{3} \cdot \frac{2}{3} l^3 f = -\frac{8}{45} l^3 f;$$

also
$$x_1' = -\frac{8}{45} \frac{\varDelta H l f^2}{\varepsilon \Theta'}.$$

Ist a die vertikale Halbaxe der Centralellipse (der sogenannte Trägheitsradius) des Scheitelquerschnitts, so ist $\Theta' = F' a^2$. Setzen wir noch zur Abkürzung

$$\beta = \frac{4}{45}\left(\frac{f}{a}\right)^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

so wird
$$x_1' = -\beta \frac{\varDelta H}{\varepsilon F'} \cdot 2l.$$

Das negative Zeichen zeigt an, dafs diese Verschiebung nach links gerichtet ist, wie es auch sein mufs.

Hierzu kommt nun noch der Einflufs der Normalcomponente der Kraft $\varDelta H$. Setzt man, um diesen Einflufs zu berechnen, gerade wie oben, diese Normalcomponente dem jeweiligen Flächeninhalt F proportional, was vollkommen erlaubt ist, da es sich hier um sehr kleine Gröfsen handelt, so wird diese zweite Verschiebung von A

$$x_1'' = -\frac{\varDelta H}{\varepsilon F'} \cdot 2l.$$

Nun ergiebt sich die ganze horizontale Verschiebung, welche die Kraft $\varDelta H$ bewirkt,

$$x_1' + x_1'' = -(\beta + 1)\frac{\varDelta H}{\varepsilon F'} 2l. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Dieser Werth mufs gleich obigem x_1 sein; d. h. es wird

$$(\beta + 1)\frac{\varDelta H}{\varepsilon F'} 2l = \frac{H}{\varepsilon F'} 2l,$$

oder
$$\varDelta H = \frac{H}{\beta + 1}.$$

Da β nur von den Bogendimensionen abhängt, so folgt, dafs die „Correction" der Poldistanz dieser selbst proportional ist.

Bedenkt man, dafs die Höhe eines (eisernen) Bogens den vierten oder fünften Theil der Pfeilhöhe f höchst selten übersteigt, und demzufolge die Gröfse a höchstens gleich $\frac{1}{10} f$ werden kann, so gelangt man zu dem Resultate, dafs die Correction $\varDelta H$ höchstens $1/9$ der wirklichen Poldistanz betragen wird, also in der That als Correction angesehen werden darf, wodurch unsere obigen Vereinfachungen als zulässig erwiesen sind.

Die Kraft $\varDelta H$ mufs nun zu dem früheren Horizontalschub H hinzugefügt, oder richtiger davon abgezogen werden, so dafs der neue Horizontalschub

$$H - \varDelta H = \frac{\beta}{\beta + 1} H$$

wird. Durch die Hinzufügung der Kraft $\varDelta H$ in $2/3 f$ Höhe über der Bogensehne ändert sich aber an der Drucklinie nichts Wesentliches; sie wird einfach etwas steiler. Die zwei Punkte, in welchen sie von der Richtung der Kraft $\varDelta H$ geschnitten wird, bleiben fest; alle andern entfernen sich von derselben im Verhältnifs von $H - \varDelta H : H$.

Diese Modification der Drucklinie kann nun ganz ohne Mühe dadurch herbeigeführt werden, dafs man die Bogenaxe in den zwei Punkten, in denen sie von $\varDelta H$ getroffen wird, fest hält und ihre Pfeilhöhe f im Verhältnifs von $H - \varDelta H : H$ vergröfsert. Nennt man diese Vergröfserung $\varDelta f$, so wird also

$$f : f + \varDelta f = H - \varDelta H : H = \frac{\beta}{\beta + 1} H : H = \beta : \beta + 1,$$

oder
$$\varDelta f = \frac{f}{\beta} = \frac{45}{4} \cdot \frac{a^2}{f}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Aus dieser modificirten Bogenaxe (die übrigens durchaus nicht gezeichnet zu werden braucht) sind sodann die verschiedenen Schnittlinien und Umhüllungscurven gerade so abzuleiten, als ob sie die wirkliche wäre.

7. Die ungünstigsten Belastungen.

Mittelst der in Nummer 4 abgeleiteten Schnitt- und Umhüllungslinien für Einzellasten können zunächst die ungünstigsten Belastungen eines gegebenen Bogenquerschnittes ermittelt werden.

Zu diesem Zwecke müssen indessen noch vorerst die Kernpunkte der Bogenquerschnitte eingeführt werden.

Diese Kernpunkte K und K' (s. Fig. 11, S. 294) haben bekanntlich die Eigenschaft, dafs sich alle zwischen ihnen angreifenden Druckkräfte auf den ganzen Querschnitt drückend äufsern, während Kräfte, deren Angriffspunkte aufserhalb der Strecke KK' liegen, auf der entferntern Seite des Querschnitts Zug erzeugen.

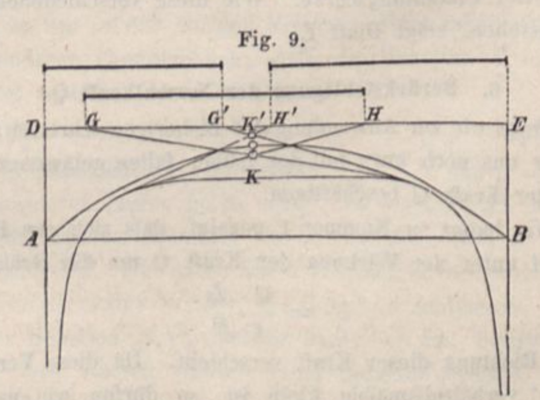
Geometrisch gesprochen sind die Kernpunkte die Antipole der äufsersten Kanten des Querschnittes bezüglich der Centralellipse derselben. Will man sie berechnen, so findet man ihre Entfernung vom Schwerpunkt S aus der Formel:

$$k = KS = K'S = \frac{\Theta}{c F},$$

worin F den Flächeninhalt des Querschnitts, Θ das Trägheitsmoment desselben und c die Entfernung der äufsersten Kante vom Schwerpunkt bezeichnet.

Soll nun für einen bestimmten Querschnitt, dessen Kernpunkte bekannt sind, die ungünstigste Belastung ermittelt werden, und zwar genauer gesagt diejenige Belastung, welche in einer der äufsersten Kanten des Querschnitts, sagen wir in der obern, den gröfsten Druck erzeugt, so müssen alle diejenigen äufsern Kräfte zusammengefafst werden, deren Angriffspunkte oberhalb K liegen; denn alle unterhalb K angreifenden Kräfte erzeugen in der obern Kante Zug.

Fig. 9.



Zieht man, Fig. 9, durch den Kernpunkt K eines gegebenen Querschnittes zwei Tangenten an die erste Umhüllungscurve, so treffen sie die erste Schnittlinie DE in den Punkten G und H. Jede Last nun, welche links von G liegt, erzeugt im Querschnitte KK' eine äufsere Kraft, welche unterhalb K angreift, wie sich leicht ergiebt, wenn man von

dem Punkte aus, in welchem die Last die Schnittlinie DE trifft, zwei Tangenten an die Umhüllungscurven (die durch die Last hervorgerufenen Reactionen) zieht. Dasselbe gilt von den Lasten, welche zwischen H und E liegen. Umgekehrt erzeugen alle Lasten zwischen G und H in der obern Kante Druck; denn ihre Drucklinien gehen über K vorbei, folglich liegen die Angriffspunkte der äufsern Kräfte oberhalb K.

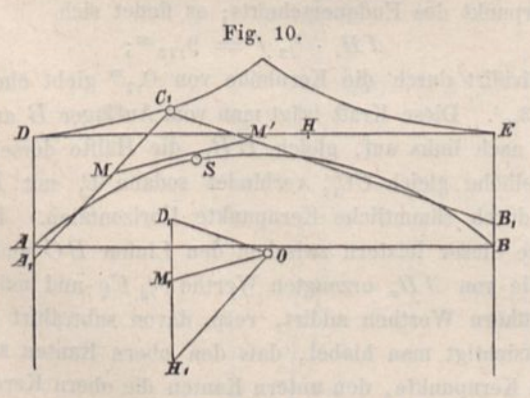
Will man zweitens den Druck in der untern Kante zum Maximum machen, so hat man einfach durch den obern Kernpunkt K' zwei Tangenten an die Umhüllungscurven zu legen und bekommt die zwei Punkte G' und H', woraus folgt, dafs man von D bis G' und von H' bis E belasten mufs.

Beide ungünstigsten Belastungen sind in Fig. 9 durch dicke Striche dargestellt. Wir nennen die erstere, weil sie an keines der Widerlager anstöfst, eine freie, die letztere eine doppelte Belastung.

Rückt der Querschnitt des Bogens weiter nach links, so kommt zunächst G und später G' aufserhalb DE zu liegen, so dafs die freie Belastung in eine anstofsende, die doppelte in eine einfache übergeht. Bei Querschnitten, welche noch weiter von der Mitte abstehen, kann der Fall eintreten, dafs vom Kernpunkte aus zwei Tangenten an ein und dieselbe Umhüllungshyperbel gelegt werden können, und die ungünstigste Belastung zu einer doppelten, resp. freien wird.

Ist die Gröfse der ungünstigsten Belastung bestimmt, so wird an die Construction des entsprechenden Kräftepolygons geschritten. Ist z. B. DH, Fig. 10, die ungünstigste Belastung für die obere Kante des Querschnitts S (wobei der Punkt G aufserhalb DE gefallen ist), so halbirt man DH, zieht durch den Halbirungspunkt eine Vertikale und findet so den Punkt C_1 auf der zweiten Kräfteschnittlinie. Von C_1 aus legt man eine Tangente C_1A_1 an die dritte und eine Tangente C_1B_1 an die zweite Umhüllungscurve, so sind damit die Richtungen der Reactionen bestimmt.

Fig. 10.



Nun trägt man die Belastung (welche natürlich der Länge von DH proportional ist) als vertikale Kraft D_1H_1 auf, zieht durch H_1 eine Parallele zu C_1A_1 und durch D_1 eine Parallele zu C_1B_1, und erhält dadurch den Pol O des Kräftepolygons.

Die der gegebenen Belastung entsprechende Drucklinie besteht offenbar aus einer Parabel und einer geraden Linie. (Vgl. Fig. 7.) Die äufsere Kraft für den Querschnitt S wird durch diejenige Tangente dargestellt, welche vertikal über S die Parabel berührt. Man kann nun diese Tangente construiren, ohne die Parabel zu zeichnen, und zwar auf folgende Weise: Man bestimmt auf A_1C_1 den Punkt M so, dafs er mitten zwischen den Vertikalen durch D und S liegt, ferner auf C_1B_1 den Punkt M' so, dafs er mitten zwischen den Vertikalen durch S und H liegt; dann ist MM' die gesuchte Tangente. Zieht man hierzu im Kräftepolygon eine Parallele OM_1, so giebt diese die Gröfse der äufsern Kraft für den Querschnitt S an.

Liegt der Schwerpunkt S nicht unter der belasteten, sondern unter der unbelasteten Strecke, was bei den ungünstigsten Belastungen für die untere Kante der Fall ist, so ist die letzte Construction überflüssig, indem dann direct eine der beiden Reactionen als äufsere Kraft fungirt.

Ist die Belastung eine doppelte, so hat man beide Theile getrennt zu behandeln und die beiden wirkenden Reactionen zu addiren. Ist die Belastung eine freie, so fassen wir sie als Differenz zweier anstofsenden auf, und subtrahiren demgemäfs auch die beiden entsprechenden äufsern Kräfte.

Aus der äufsern Kraft gelangt man nun sehr einfach zum Flächeninhalt F des Bogenquerschnitts.

Es stelle in Fig. 11 MA die Richtung (nicht die Gröfse) der äufsern Kraft dar, wobei man sich die Ebene, in welcher die Kraft liegt, um 90° umgedreht denken mufs. Bezeichnet man die Normalcomponente von R mit Q und ihren Hebelarm AS mit q, so wird ihr Moment

$$\mathfrak{M} = Qq.$$

Bezeichnet ferner c die Entfernung der obern Kante vom Schwerpunkt und Θ das Trägheitsmoment des Querschnitts, so ist die Pressung in der obern Kante

$$\varrho = \frac{Q}{F} + \frac{cQq}{\Theta}.$$

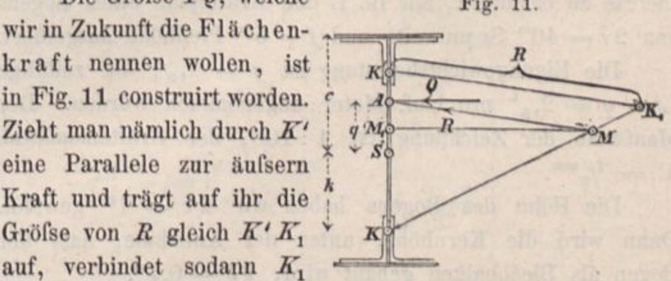
Hieraus findet sich

$$F\varrho = Q + \frac{cF}{\Theta}Qq.$$

Da wir $KS = k = \frac{\Theta}{cF}$ gemacht haben, so wird

$$F\varrho = Q + \frac{Qq}{k} = Q\frac{k+q}{k}.$$

Fig. 11.



Die Gröfse $F\varrho$, welche wir in Zukunft die Flächenkraft nennen wollen, ist in Fig. 11 construirt worden. Zieht man nämlich durch K' eine Parallele zur äufsern Kraft und trägt auf ihr die Gröfse von R gleich $K'K_1$ auf, verbindet sodann K_1 mit K und fällt von dem Schnittpunkte M das Perpendikel MM_1, so ist dieses, wie leicht zu beweisen ist, gleich $^1/_2\,F\varrho$, gleich der halben Flächenkraft.

Ist die zulässige Spannung ϱ bekannt, so läfst sich somit direct der Flächeninhalt F des Querschnitts berechnen.

Liegt der Angriffspunkt A der äufsern Kraft sehr weit von S entfernt, so wird diese graphische Construction ungenau. In diesem Falle ist eine kleine Rechnung am Platze. Man berechnet nämlich das Moment der Kraft in Bezug auf den Kernpunkt K, was nichts anderes ist als der Werth $Q\,(k+q)$, und dividirt dasselbe durch die Kernhöhe $2k$, so erhält man ebenfalls den Werth $^1/_2\,F\varrho$. Besonders einfach wird dieses Verfahren, wenn eine und dieselbe Kraft, wie z. B. die Correctionskraft ΔH, auf verschiedene Querschnitte einwirkt.

Es ist leicht einzusehen, daſs die eben abgeleitete Bestimmungsweise der Querschnittsdimensionen einfacher ist als irgend eine andere. Zur Ermittelung des Flächeninhaltes des Querschnitts ist, wie man sieht, nichts erforderlich, als die Kenntniſs der äuſsern Kraft und der beiden Kernpunkte. Freilich ist die Lage dieser letztern von vornherein nicht bekannt, sondern läſst sich erst dann bestimmen, wenn die Form des Querschnitts vollständig gegeben ist. Doch besitzen alle Methoden zur Berechnung von Balken, die auf Biegung beansprucht werden (wenn der Querschnitt nicht etwa ein Rechteck oder ein Kreis ist), dieselbe Ungenauigkeit. Es ist aber bei doppel-⊤-förmigen Querschnitten — und nur solche haben wir hier im Auge — nicht schwierig, diese Kernpunkte mit genügender Genauigkeit zu schätzen, sobald die Höhe des Querschnitts bekannt ist. Aus mehreren Beispielen haben wir gefunden, daſs die Kernhöhe KK' bei Blechbalken sehr nahe gleich $^7/_{10}$ der Querschnittshöhe, d. h. $k = 0,_7\, c$ wird. (Bei gewalzten Doppel-⊤-eisen ist KK' für die gewöhnlichsten Formen gleich $^3/_5$ bis $^2/_3$ der Querschnittshöhe.) Da nun die Höhe des Balkens in der Regel als gegeben angesehen werden darf, so unterliegt die Bestimmung des Flächeninhaltes gar keiner Schwierigkeit mehr.

Der Vortheil dieses Verfahrens springt noch mehr in die Augen, wenn man verschiedenerlei Belastungen zu berücksichtigen hat. Man kann nämlich jede derselben einzeln behandeln und die verschiedenen $F\varrho$ oder $^1/_2\, F\varrho$ einfach addiren. So werden wir in der Folge zuerst das Eigengewicht behandeln (dabei noch die Correctionskraft $\varDelta H$ besonders), dann die zufällige Last und schlieſslich den Einfluſs der Temperaturschwankungen. Das Resultat wird eine Curve sein, die an jeder Bogenstelle den nothwendigen Flächeninhalt des Querschnitts angiebt und nach gewohnter Weise staffelförmig umhüllt werden kann.

8. Kräfteplan eines Bogens mit festem Auflager.

Wir haben, um die Anwendung der vorliegenden Bogentheorie zu erläutern, auf Bl. L den Kräfteplan eines Bogens von $2\,l = 40^m$ Spannweite und $f = 5^m$ Pfeilhöhe ausgeführt.

Die Eigengewichtsbelastung ist $g = 1,_0{}^t$, die zufällige Last $q = 2,_5{}^t$ pro lauf. Meter angenommen worden. Der Maaſsstab der Zeichnung ist 1 : 100, der Kräftemaaſsstab $1^t = {}^1/_2{}^{mm}$.

Die Höhe des Bogens haben wir $2\,c = 1^m$ gewählt. Dann wird die Kernhöhe, unter der Annahme, daſs der Bogen als Blechbalken gebaut wird, $2\,k = 0,_7{}^m$.

Auf der strichpunktirten Bogenaxe sind zu beiden Seiten des Scheitels 8 Punkte in gleichen Horizontalabständen angenommen und fortlaufend numerirt worden. Diese Bogenpunkte, sowie die zugehörigen Kernpunkte sind durch kleine Ringe bezeichnet.

Zur Construction der Schnitt- und Umhüllungslinien wurde vorerst nach Gleichung (8) $\beta = \frac{4}{45}\left(\frac{f}{a}\right)^2$ berechnet. Da $a^2 = ck = 0,_5 \cdot 0,_{35} = 0,_{175}$ ist, so fand sich $\beta = 12,_7$. Hiernach wurde nach Gleichung (10) $\varDelta f = \frac{f}{\beta} = 0,_{394}{}^m$. Sämmtliche Schnitt- und Umhüllungslinien waren also unter Zugrundelegung eines Bogens zu construiren, der eine Pfeilhöhe von $5,_{394}{}^m$ besitzt und den wirklichen Bogen in $^2/_3$ der Pfeilhöhe schneidet. Die Tangenten, welche zur Construction der 2. und 3. Umhüllungscurve gedient haben, sind wieder ausgelöscht worden.

Links auf dem Blatte befinden sich sämmtliche Kräftepolygone. Rechts unten haben wir auf einer Horizontalen, welche gleich der halben Spannweite ist, die verschiedenen Werthe $^1/_2\, F\varrho$ als vertikale Ordinaten aufgetragen und dadurch verschiedene Curven erhalten, deren Bedeutung durch die beigeschriebenen Bezeichnungen genügend erklärt wird. Die Curven, welche die Beanspruchung der obern Kanten darstellen, sind gestricht, diejenigen für die untern Kanten dagegen strichpunktirt.

Zunächst wurde der Einfluſs der Eigengewichtslast construirt. Ohne Rücksicht auf die Normalcomponente Q fällt das Seilpolygon des Eigengewichts mit der Bogenaxe zusammen; der Horizontalschub wird

$$H_e = \frac{g\, l^2}{2f} = 40^t.$$

Das kleine Kräftepolygon, welches sich hiernach ergiebt, ist auf der untern Hälfte des Blattes, gleich links von der Mittellinie gezeichnet. Die vom Pole ausgehenden Strahlen sind die Kräfte, welche in den aufeinander folgenden Bogenquerschnitten wirken, oder, da sie alle im Schwerpunkt angreifen, die dem Eigengewichte entsprechenden Flächenkräfte $F\varrho$. Diese wurden halbirt und rechts unten aufgetragen, wodurch die punktirte Linie entstand.

Nun kommt, wenn man die Wirkung der Normalcomponenten Q berücksichtigt, noch eine Kraft $\varDelta H_e$ in $^2/_3\, f$ Höhe hinzu, deren Gröſse sich berechnet

$$\varDelta H_e = \frac{H_e}{\beta + 1} = \frac{40^t}{13,_7} = 2,_{92}{}^t.$$

Den Einfluſs dieser Kraft $\varDelta H_e$ bestimmt man nach den Entwickelungen am Schluſs der vorigen Nummer dadurch, daſs man ihr statisches Moment in Bezug auf die Kernpunkte ermittelt und dasselbe durch die Kernhöhe dividirt.

Am bequemsten geschieht dies folgendermaſsen: Man berechnet das statische Moment von $\varDelta H_e$ in Bezug auf den Schwerpunkt des Endquerschnitts; es findet sich

$$\varDelta H_e \cdot {}^2/_3\, f = 9,_{73}{}^{mt};$$

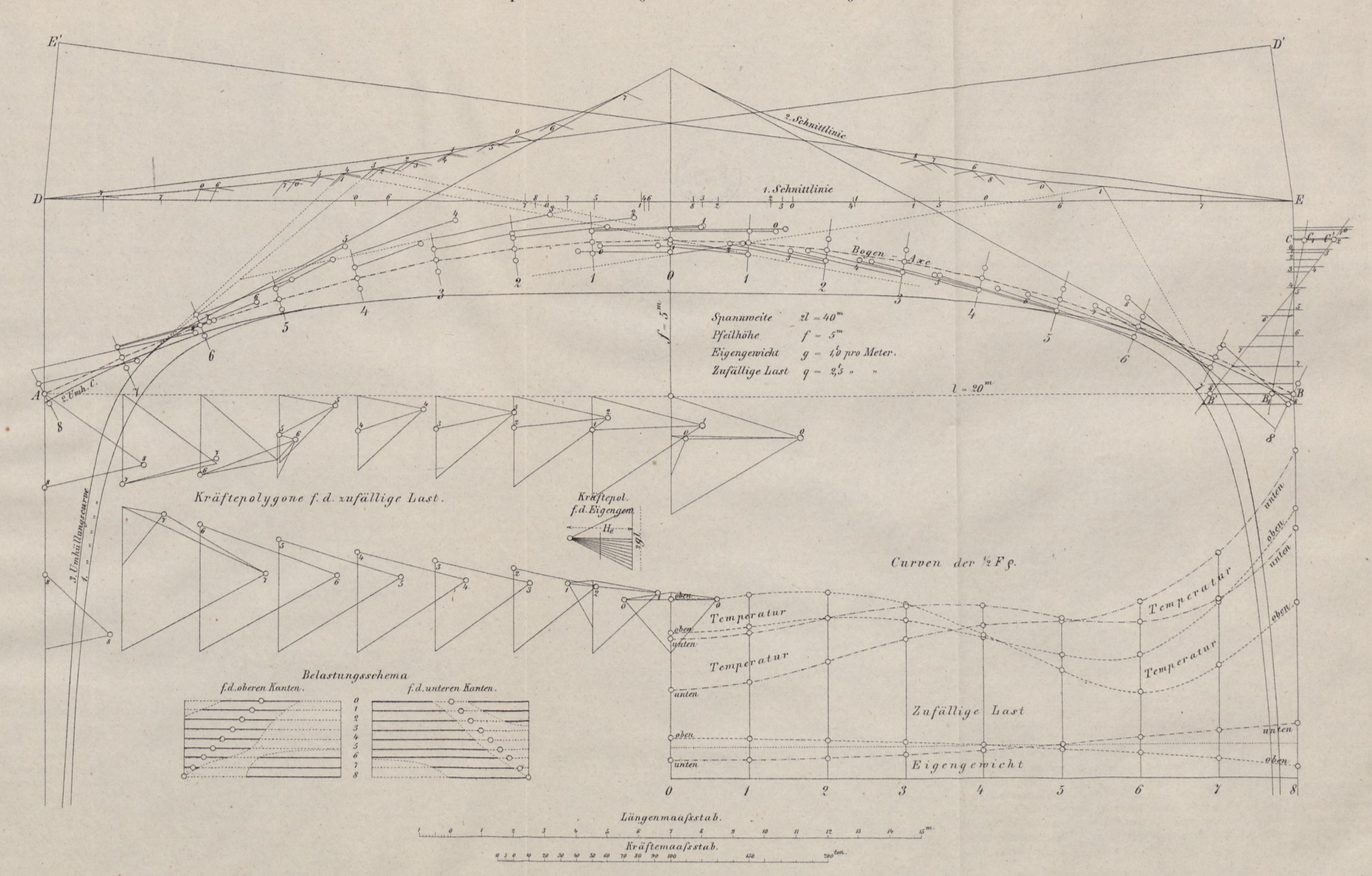
dies dividirt durch die Kernhöhe von $0,_7{}^m$ giebt eine Kraft von $13,_9{}^t$. Diese Kraft trägt man vom Auflager B aus horizontal nach links auf, gleich BB_1, die Hälfte derselben in Scheitelhöhe gleich CC_1, verbindet sodann C_1 mit B_1 und zieht durch sämmtliche Kernpunkte Horizontalen. Die Abschnitte dieser letztern zwischen den Linien BC und B_1C_1 sind die von $\varDelta H_e$ erzeugten Werthe $^1/_2\, F\varrho$ und müssen zu den frühern Werthen addirt, resp. davon subtrahirt werden. Berücksichtigt man hiebei, daſs den obern Kanten stets die untern Kernpunkte, den untern Kanten die obern Kernpunkte entsprechen, und daſs $\varDelta H_e$ eine Zugkraft ist, so wird man über die Richtung, in welcher die abgegriffenen Strecken aufzutragen sind, nicht im Zweifel sein.

Man erhält dadurch, wie schon oben angedeutet worden ist, je zwei Werthe für jeden Querschnitt, wovon sich der eine auf die obern, der andere auf die untern Kanten bezieht.

Nach Erledigung des Eigengewichts schritt man zur Behandlung der zufälligen Belastung.

Um die hierzu nöthigen Constructionen deutlicher auseinander zu halten, haben wir links vom Scheitel die Maximalkräfte für die obern Kanten der Querschnitte aufgesucht, rechts dagegen diejenigen für die untern Kanten.

Kräfteplan eines Bogens mit festem Auflager.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Zuerst wurden die ungünstigsten Belastungen bestimmt. Zu diesem Zweck legte man durch die Kernpunkte, und zwar links durch die untern, rechts durch die obern, Tangenten an die erste Umhüllungscurve und bestimmte deren Schnittpunkte mit der ersten Schnittlinie. Diese Schnittpunkte wurden jeweilen mit der Nummer des entsprechenden Querschnitts bezeichnet, und zwar stehen die Ziffern oberhalb der Horizontalen bei den Belastungen für die obern Kanten und umgekehrt.

Links unten auf dem Blatte sind diese ungünstigsten Belastungen im Belastungsschema übersichtlich zusammengestellt. Die bezüglichen Querschnitte sind jeweilen durch kleine Ringe bezeichnet.

Was zunächst die Belastungen für die obern Kanten betrifft, so erhalten die Querschnitte 0 und 1 freie, die Querschnitte 6 und 7 doppelte, alle übrigen einfache Belastungen. Es läfst sich indessen leicht zeigen, dafs man bei der Belastung 1, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, die kleine unbelastete Strecke links als belastet ansehen darf. Wir werden also die Belastung 1 ans linke Auflager anstofsen.

Die Belastungen für die untern Kanten sind bei 0, 1 und 2 doppelt, die Belastung bei 7 ist frei, die übrigen sind einfach. Auch hier läfst sich mit verschwindend kleinem Fehler die kleinere Belastungsstrecke bei 2 vernachlässigen.

Durch Halbirung der Belastungsstrecken fand man sodann die Schnittpunkte der Reactionen auf der zweiten Kräfteschnittlinie, wo die Nummern wiederum oben oder unten stehen, je nachdem sie sich auf die Belastungen der obern oder der untern Kanten beziehen, eine Regel, die wir auch bei den folgenden Constructionen consequent befolgt haben.

Zieht man von diesen Punkten der 2ten Schnittlinie Tangenten an die 2. und 3. Umhüllungscurve, so bekommt man die Richtungen der Reactionen. Damit die Zeichnung nicht mit Linien bedeckt würde, sind von diesen Reactionen mit wenig Ausnahmen immer nur zwei kurze Stücke ausgezogen worden, wodurch wenigstens ein Nachconstruiren ermöglicht ist.

Zur Construction der Kräftepolygone wurden über DE zwei schiefe Linien DD' und EE' so gezogen, dafs die Perpendikel ED' und DE' die zufällige Belastung des ganzen Bogens, d. h. die Last von 100^t darstellen. Dann kann man die jeweiligen Belastungen direct mit dem Zirkel abgreifen, indem man die eine Spitze in den betreffenden Grenzpunkt auf der ersten Schnittlinie setzt und die andere an der schiefen Linie tangiren läfst.

Die auf solche Weise abgegriffenen Strecken wurden auf der linken untern Hälfte des Blattes als vertikale Kräfte aufgetragen und in ihre entsprechenden Reactionen zerlegt. Zum bessern Verständnifs müssen wir hierzu noch folgende spezielle Bemerkungen machen:

Am einfachsten waren die Belastungen 2 — 6 für die untern Kanten zu behandeln, indem die am rechten Widerlager wirkende Reaction sogleich die äufsere Kraft darstellte. Bei den Fällen 0 und 1 dagegen mussten je zwei Kräftepolygone construirt und je zwei Reactionen zusammengesetzt werden; damit hierbei die zusammengehörigen Reactionen gleich vereinigt werden können, trug man die beiden Belastungen von demselben Punkte nach unten auf und zerlegte die eine nach links, die andre nach rechts. Die Mittelkraft beider Reactionen geht natürlich durch deren Schnittpunkt, wie es bei Fall 1 durch Einpunktiren der Reactionen noch verdeutlicht ist. Bei 7 waren ebenfalls zwei Kräftepolygone zu zeichnen, indem man die Belastung als Differenz von zwei links anstofsenden Belastungen ansah und die beiden rechten Reactionen von einander subtrahirte.

Was die Belastungen für die obern Kanten betrifft, so wurde zunächst bei 1 — 5 entsprechend Fig. 10 verfahren. Für 3 ist die Construction ausgezogen worden. Bei 0 dachte man sich die Belastung erst links anstofsend und zog dann den Einflufs des hinzugefügten Stückes ab. Bei 6 wurde erst die gröfsere Belastung zerlegt und dann die kleinere beigefügt, wobei das kleinere Kräftepolygon nach Fig. 10 construirt und so verschoben wurde, dafs sich die zwei Kräfte direct addirten. Dasselbe gilt von 7, nur dafs hier das kleinere Kräftepolygon sehr klein ausfiel. Ueber den Fall 8 ist nichts weiter zu sagen.

Die auf diese Weise ermittelten äufsern Kräfte wurden nun bei den einzelnen Bogenquerschnitten aufgetragen und gemäfs Fig. 11 behandelt. Um die Zeichnung nicht zu sehr zu überladen und trotzdem ein Verfolgen der Operationen zu ermöglichen, haben wir bei diesen Constructionen immer nur die zwei parallelen Linien, von welchen die eine die Lage, die andere die Gröfse der äufsern Kraft angiebt, ausgezogen. Die Werthe $\frac{1}{2} F\varrho$ können als Perpendikel auf die Querschnittslinie direct mit dem Zirkel abgegriffen werden.

Trägt man dieselben rechts unten zu den schon vorhandenen Werthen des Eigengewichts hinzu, und verbindet die entsprechenden Punkte durch continuirliche Linien, so erhält man ein sehr übersichtliches Bild von der Beanspruchung des Bogens.

9. Berücksichtigung der Temperaturschwankungen und Schlufsbemerkungen.

Bei Fachwerken können die Schwankungen der Temperatur durch Rollenauflager unschädlich gemacht werden; bei Bogen mit festen Auflagern aber nicht. Man hat aus diesem Grunde zu Charnierauflagern gegriffen, wodurch der schädliche Einflufs der Temperaturschwankungen vermindert wird, oder gar drei Charniere am Bogen angebracht, wodurch er ganz aufgehoben wird. Ob sich dieses Verfahren rechtfertigen läfst, oder ob nicht die Solidität der Construction durch Charniere mehr leidet als gewinnt, wollen wir hier nicht erörtern. Wir beschränken uns darauf, zu zeigen, wie beim Bogen ohne Charnier die durch die Temperaturschwankungen hervorgerufenen Spannungen bestimmt und berücksichtigt werden können. Diese Berücksichtigung hat so wenig Schwierigkeiten, dafs wir hierin keinen Grund finden können, die festen Auflager zu verwerfen.

Wir setzen voraus, der Bogen werde bei mittlerer Temperatur montirt, und berücksichtigen somit nur die Anzahl Grade, um welche die Grenztemperaturen, welche der Bogen annehmen kann, von der mittleren abweichen. Es seien dies t^0 C. Der Ausdehnungscoëfficient des Eisens sei α. Dann wird sich das Bogenende A unter der Annahme, dafs B festgehalten wird, bei einer Temperaturabnahme horizontal nach rechts verschieben und zwar um die Gröfse

$$x_1 = \alpha \cdot t \cdot 2l.$$

Um diese Verschiebung aufzuheben, müssen wir gleich wie in Nummer 6 eine horizontale Kraft $\varDelta H'$ in einer Höhe von $^2/_3 f$ über der Bogensehne anbringen, die so grofs ist,

dafs sie das Bogenende A um x_1 nach links verschiebt. Nimmt die Temperatur nicht ab, sondern zu, so wirkt $\Delta H'$ natürlich in entgegengesetzter Richtung.

Die Verschiebung, welche $\Delta H'$ hervorbringt, ist nach Gleichung (9) in Nummer 6

$$x_1 = (\beta + 1)\frac{\Delta H'}{\varepsilon F'} \cdot 2l,$$

wobei $\beta = \frac{4}{45}\left(\frac{f}{a}\right)^2$ ist. Durch Gleichsetzung beider Werthe von x_1 wird

$$\Delta H' = \frac{\varepsilon F' \alpha t}{\beta + 1}.$$

F' bezeichnet den Flächeninhalt des Scheitelquerschnitts und ist freilich von vorn herein nicht bekannt, läfst sich aber durch Probiren oder durch eine kleine Hülfsrechnung leicht ermitteln. In unserm Beispiel wird $\frac{1}{2} F\varrho$ für den Scheitel nach Berücksichtigung der Temperatur gleich 114^t. Setzt man $\varrho = 0{,}_7{}^t$ pro $\square^{cm}$, so wird $\frac{1}{2} F' = 163\ \square^{cm}$. Fügt man wegen der Vernietung und anderer Verbindungstheile noch 10 % hinzu, so erhält man $179\ \square^{cm}$; folglich ist $F' = 358\ \square^{cm}$.

Nimmt man den Elasticitätsmodul $\varepsilon = 1800^t$ pro $\square^{cm}$, den Ausdehnungscoëfficienten $\alpha = 0{,}_{000012}$ und die Temperaturschwankung $t = 20^0$ an und setzt $\beta = 12{,}_7$, so wird

$$\Delta H' = 11{,}_3{}^t.$$

Mit dieser Kraft verfahren wir gerade so, wie mit der Kraft ΔH_e bei der Behandlung des Eigengewichts. Das Moment, welches $\Delta H'$ in Bezug auf den Schwerpunkt des Endquerschnitts ausübt, wird gleich $37{,}_7{}^{mt}$. Dies durch die doppelte Kernhöhe dividirt, giebt ein entsprechendes $\frac{1}{2} F\varrho = 54^t$. Diesen Werth tragen wir beim rechten Widerlager als horizontale Kraft gleich BB' auf, die Hälfte davon in Scheitelhöhe gleich CC', und bekommen dadurch die schiefe Linie $B'C'$, welche mit BC die den einzelnen Kernpunkten entsprechenden Werthe $\frac{1}{2} F\varrho$ einschliefst.

Wir brauchen jetzt blos die horizontalen Strecken zwischen BC und $B'C'$ abzugreifen und unten an Ort und Stelle aufzutragen, was natürlich nur additiv vorzunehmen ist, da die Temperatur ebenso gut wachsen wie abnehmen kann.

Hiermit ist der Kräfteplan als beendigt zu betrachten. Es erübrigt nur noch, aus den Werthen $\frac{1}{2} F\varrho$ schliefslich die Dimensionen des Bogens zu bestimmen, was wir indessen unterlassen wollen, da unsre Annahmen keinem praktischen Beispiele zu Grunde liegen.

Die Darstellung der Flächenkräfte zeigt, dafs in der Nähe des Scheitels die obern Kanten, in der Nähe des Widerlagers die untern stärker beansprucht werden, wie es schon die Curven des Eigengewichts vermuthen liefsen. Dabei tritt der Einflufs der Temperaturschwankungen etwas mildernd hinzu, ohne dafs er indessen das Gesetz wesentlich zu ändern im Stande ist. Von beiden Curven ist schliefslich diejenige maafsgebend, welche die gröfsern Werthe giebt.

Auffallend ist, dafs die oberste Curve im Anfang ziemlich auf gleicher Höhe bleibt und erst beim Widerlager rasch in die Höhe geht. Wir möchten vermuthen, dafs dies immer annähernd der Fall ist. Sollte sich diese Vermuthung in der Folge auf Grund von anderen, unter abweichenden Annahmen ausgeführten Kräfteplänen bestätigen, so könnte man sich in Zukunft auf die Construction der beiden Werthe im Scheitel und am Widerlager beschränken, wofür sich vielleicht sogar eine einfache approximative Formel aufstellen liefse. Dadurch würde schliefslich die Berechnung eines solchen Bogens auf ein Minimum von Arbeit zurückgeführt. So lange indessen dieses Ziel nicht erreicht ist, glauben wir mit vorliegender Arbeit den Brückenbautechnikern keinen überflüssigen Dienst geleistet zu haben.

Der Umstand, dafs die Curve am Widerlager bedeutend höher ist als am Scheitel, deutet darauf hin, dafs es zweckmäfsiger wäre, die Höhe des Bogens gegen die Widerlager hin zunehmen zu lassen. Es ist aber leicht einzusehen, dafs dann das Trägheitsmoment des Querschnitts weit stärker zunehmen würde, als wir in Nummer 3 vorausgesetzt haben, und demzufolge unsre Theorie nicht mehr ganz zutreffen wird. Immerhin halten wir sie auch noch bei geringen Variationen der Höhe für zuläfsig.

Für den Fall aber, dafs die Variation beträchtlicher ist, oder dafs man überhaupt genauer vorgehen will, verweisen wir auf das Verfahren, welches Culmann in der 2. Auflage seiner graph. Statik, S. 578 ff. entwickelt hat.

W. Ritter.

S. Maria del Monte bei Cesena.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 43 und 44 im Atlas.)

Ueber die Marienkirche bei Cesena will ich keine kunstgeschichtliche Abhandlung geben, sondern nur einige Erläuterungen zu der Aufnahme, die ich meinen Fachgenossen vorlege.

Urkundliches Material ist weder gedruckt noch ungedruckt mir vor Augen gekommen. Eine Monographie über diese Kirche hat D. Domenico B. Gravina*) im Jahre 1847 in Monte Cassino veröffentlicht, ohne dabei zu verschweigen, dafs er der Kunstwissenschaft fern stände und nur wenig Kenntnifs in derselben besäfse.

*) Su l'origine ed i ristauri della chiesa di S. Maria del Monte presso Cesena riflessioni e ricerche per D. Domenico B. Gravina Cassinese. Pe' tipi di Monte Cassino 1847.

Aus der Schrift des ebenso patriotischen als bescheidenen Mannes entnehme ich die folgenden historischen Angaben und bringe aufserdem noch einige Daten bei, die ich der brieflichen Mittheilung des Herrn Luigi Cardinali in Cesena verdanke.

Nach der vita S. Mauri Ep. Caesenae von S. Petrus Damianus soll schon im XI. Jahrhundert auf der Anhöhe bei Cesena eine kleine Badia gestanden haben, die nach einem alten Marienbildnifs nachmals S. Maria del Monte hiefs. Um die Mitte des 14. Jahrhunderts erhob sich aber zum Theil über dem alten Bau eine dreischiffige Basilika und der Papst Urban V. ertheilte allen denjenigen 1365 Ablafs, welche zu dem Werke beitragen würden. Im Jahre 1372 wurde es unter dem Abt Antonio vollendet.

Auch in dieser Gestalt ist die Kirche gegenwärtig nicht mehr erhalten. Gerade die Aenderungen und Zuthaten aber, die sie erfuhr, verleihen ihr den vornehmen Reiz, den sie gegenwärtig auf uns ausübt. Sie tragen das Gepräge des künstlerischen Genius und schienen schon immer auf Bramante als ihren Urheber hinweisen zu müssen. Ein bestimmtes Zeugnifs dafür ist meines Wissens nicht beigebracht.

Der Abt Basilio da Parma berief, so heifst es, den berühmten Bramante aus Urbino, um die beabsichtigten grofsen Umbauten an der Kirche zu bewerkstelligen. Unter den Baugeldern, welche zur Verfügung standen, werden namentlich 50 Goldskudi aufgezählt, die Novello Malatesta 1467 testamentarisch vermacht hatte.

Die alte Basilika des 14. Jahrhunderts hatte 3 Schiffe mit je 10 freistehenden Pfeilern, deren Entfernungen von einander ungleich sind, während der Chorabschlufs durch andere 4 Pfeiler gebildet wurde. Das Hauptschiff endigte in einer zur Krypta hinabführenden Haupttreppe und von beiden Schiffen aus stieg man auf schmaleren Treppen zum Presbyterium hinauf.

Der spätere Architekt, wie man annimmt, also Bramante, hat nun aus den Seitenschiffen durch Zwischenziehen von Mauern bis zum vierten Pfeiler je 4 Capellen gebildet. Nach Gravina hat ebenderselbe die achten und neunten Pfeiler im Mittelschiff beseitigt, um eine Vierung zu gewinnen, über der er eine auf 4 Bogen durch Zwickel und achteckigen Tambour vermittelte einfache Decke herstellte.

Der Kuppelbau aber, wie er jetzt sich uns zeigt, ist eine Zuthat des 16. Jahrhunderts von dem Bologneser Francesco Terribilia, welcher, um seine Neuerung auszuführen, die vordem allen übrigen gleichen Pfeiler der Vierung bedeutend verstärken mufste. Derselbe soll auch an Stelle der früher zur Krypta hinabführenden die jetzige zur Vierung aufsteigende Haupttreppe gesetzt haben.

Der einfach schönen Renaissance der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts gehören nur im Inneren der Marienkirche an: Sockel, Pfeilerköpfe und Bogeneinfassung der eingesetzten Architekturen, das durchlaufende Doppelgesims des Mittelbaues, die Einfassungen der vier grofsen Kuppelbögen und die Gesimse des achteckigen Tambours.

Zu beiden Seiten der Haupttreppe führen schmalere Treppen aus den Seitenschiffen hinab zur Krypta, die einen freundlich lichten Eindruck gewährt und wenigstens in einigen Profilen auch den Charakter derselben guten Bauepoche trägt.

Die Wirkung des schönen Inneren der Kirche ist leider jetzt durch eine mifsverstandene, moderne Ausmalung sehr beeinträchtigt.

Das Aeufsere der Kirche in sehr bescheidener Backstein-Architektur bietet keinen besonderen Reiz.

F. Schwechten.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Verzeichnifs der im Preufsischen Staate angestellten Baubeamten.

(Anfang April 1876.)

I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land-, Wasser- und Chaussee-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

1) Beim Ministerium.

Hr. Weishaupt, Ober-Bau- und Ministerial-Director der Eisenbahn-Abtheilung.

a) Vortragende Räthe.

Hr. Salzenberg, Geheimer Ober-Baurath.
- Grund, desgl.
- Schönfelder, desgl.
- Flaminius, desgl.
- Lüddecke, desgl.
- Herrmann, desgl.
- Gercke, desgl.
- Schwedler, J. W., desgl.
- Giersberg, desgl.
- Schneider, desgl.
- Baensch, desgl.
- Franz, Geheimer Baurath.
- Dieckhoff, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Oberbeck, desgl.
- Hagen, desgl.

b) Im technischen Büreau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Quensell, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Büreaus.
- Schulenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Hr. Dr. zur Nieden, Eisenbahn-Bauinspector.
- Boisserée, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

c) Technische Hilfsarbeiter bei der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Kümmritz, Baurath.
- Gaertner, desgl.
- Thiele, Bauinspector.
- Endell, desgl.
- Genick, Land-Baumeister.

d) Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Stüve, Bauinspector, leitet den Bau der Gewerbe-Akademie, in Berlin.
- Tiede, Bauinspector, leitet den Bau der Berg-Akademie und geologischen Landes-Anstalt, in Berlin.

2) Technische Bau-Deputation.

Hr. Weishaupt, Ober-Bau- und Ministerial-Director, Vorsitzender (s. o. bei 1).
- Eytelwein, Wirkl. Geheimer Rath in Berlin.
- Hartwich, Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath a. D. in Berlin.
- Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath (stellvertr. Vorsitzender) in Berlin.

Hr. v. Quast, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Strack, Geheimer Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin.
- Hitzig, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Drewitz, desgl. in Erfurt.
- Salzenberg, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Stein, Geheimer Regierungsrath a. D. in Stettin.
- Grund, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Koch, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) in Magdeburg.
- Schönfelder, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Herrmann, Geheimer Ober-Baurath desgl. daselbst.
- Siegert, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) daselbst.
- Flaminius, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Lüddecke, desgl. desgl. daselbst.
- Gercke, desgl. desgl. daselbst.
- Schwedler, J. W., desgl. desgl. daselbst.
- Giersberg, desgl. desgl. daselbst.

Hr. Lucae, Baurath, Professor und Director der Bau-Akademie in Berlin.
- Kinel, Geheimer Ober-Regierungsrath beim Reichskanzler-Amte daselbst.
- Schneider, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Baensch, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Franz, Geheimer Baurath (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Wex, desgl. (s. u. bei *D*1) in Bromberg.
- Dieckhoff, desgl. (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Wiebe, desgl. (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Spieker, Regierungs- und Baurath in Potsdam.
- Oberbeck, Geheimer Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Hagen, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Adler, Baurath und Professor in Berlin (s. bei *B*).
- Blankenstein, Stadt-Baurath in Berlin.

B. Bei der Bau-Akademie in Berlin.

Hr. Lucae, Professor, Baurath, Director der Bau-Akademie (s. o. bei 2).

Als Lehrer angestellt:

Hr. Boetticher, Professor.
- Strack, Geheimer Ober-Hof-Baurath und Professor (s. o. bei 2).
- Adler, Professor und Baurath (s. o. bei 2).

Hr. Schwedler, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a* u. 2).
- Spielberg, Professor.
- Jacobsthal, Land-Baumeister, Professor.

C. Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

Hr. Bensen, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Plathner, desgl. in Berlin, (auch für Erfurt).
- Vogel, Regierungs- und Baurath, in Coblenz.
- Hardt, desgl. daselbst.

Hr. Hoffmann, Geheimer Regierungsrath, Staats-Commissar für die Eisenbahnen in den Elbherzogthümern und den Bau der Bahnen von Stade nach Cuxhaven und von Harburg nach Stade, in Altona.
- Reps, Ober-Betriebsinspector in Berlin.
- Koschel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau.

D. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Ostbahn.

Hr. Wex, Geheimer Baurath, Vorsitzender der Direction, in Bromberg (s. o. bei 2).
- Loeffler, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, z. Z. in Berlin (s. auch unter 12).
- Küll, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Schmeitzer, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Suche, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Rasch, desgl. desgl. und Vorsitzender der Eisenbahn-Commission, in Berlin.
- Reitemeier, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Sebaldt, Ober-Betriebsinspector, Vorsitzender der Eisenbahn-Commission, in Danzig.
- Grillo, Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Königsberg.
- Baedeker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Bromberg.
- Giese, Eisenbahn-Bauinspector, Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Niemann, Baurath bei der Direction in Bromberg.
- Hildebrand, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Bromberg.
- Lademann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Bromberg.
- Magnus, Eisenbahn-Bauinspector, in Berlin.
- Wollanke, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Bromberg.
- Siecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Thorn.
- Baumert, desgl. in Schneidemühl.

Hr. Tasch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Königsberg.
- Porsch, desgl. in Bromberg.
- Wolff, desgl. in Danzig.
- Clemens, desgl. in Bromberg.
- Petersen, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Berlin.
- Pauly, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Berlin.
- Bachmann, Eisenbahn-Bauinspector in Bromberg.
- Schultz, desgl. daselbst.
- Abraham, desgl. daselbst.
- Matthies, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Insterburg.
- Müller, desgl. in Memel.
- Sperl, desgl. in Königsberg.
- Tobien, desgl. in Graudenz.
- Monscheur, desgl. in Bromberg.
- van Nes, Eisenbahn-Bauinspector, verwaltet die Eisenbahn-Baumeister-Stelle in Elbing.
- Nicolassen, Eisenbahn-Baumeister in Landsberg a/W.
- Mappes, desgl. in Insterburg.
- Michaelis, desgl. in Insterburg.
- Massalsky, desgl. in Memel.
- von Moraczewski, desgl. in Bromberg.
- Zickler, desgl. in Schneidemühl.
- Plathner, desgl. in Cüstrin.
- Beil, desgl. in Dirschau.
- Sternke, desgl. in Bromberg.
- Kärger, desgl. in Graudenz.
- Claus, desgl. in Bromberg.
- Homburg, desgl. in Lyck.
- Lincke, desgl. in Bromberg.
- Claudius, desgl. in Königsberg.
- Boysen, desgl. in Goldap.

2. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn.

Hr. Schwabe, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- Rock, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- Priess, Baurath, Betriebsinspector in Görlitz.
- Buchholz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Guben.
- Vieregge, desgl. in Breslau.
- Schulze, desgl. in Berlin.
- Schilling, desgl. in Frankfurt a/O.
- Scotti, Eisenbahn-Bauinspector, in Berlin.
- Wagemann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hirschberg.
- Otto, desgl. in Berlin.
- von Geldern, desgl. in Berlin.
- Ehlert, desgl. in Berlin.
- Grofsmann, desgl. in Sagan.
- Balthasar, Eisenbahn-Baumeister in Hirschberg.
- Neitzke, desgl. in Berlin.
- Haarbeck, desgl. in Breslau.
- Gabriel, desgl. in Görlitz.
- Schmidt, desgl. in Demmin.
- Cramer, desgl. in Guben.

3. Westfälische Eisenbahn.

Hr. Bachmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Münster.
- Bramer, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Münster.
- Klose, Ober-Betriebsinspector, in Münster.
- Voss, Betriebs-Director, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Emden.
- Garcke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hamm.
- Disselhoff, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Münster.
- Müller, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Paderborn.
- Schmiedt, desgl. in Münster.
- Sattig, desgl. in Münster.
- Glünder, Bauinspector, Eisenbahn-Baumeister in Lingen.
- Westphalen, desgl. desgl. in Paderborn.
- Röhner, Eisenbahn-Baumeister in Emden.
- Hahn, desgl. in Northeim.

4. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Plange, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Brandhoff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Pichier, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Buchholz, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission in Cassel.
- Rudolph, Baurath, technischer Hilfsarbeiter der Eisenbahn-Commission in Cassel.
- Kricheldorff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Mechelen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Aachen.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Altena.
- Schmitt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Lex, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Rupertus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Aachen.
- von Gabain, desgl. in Arnsberg.
- Blumberg, desgl. in Düsseldorf.
- Dulk, desgl. (bei der Hessischen Nordbahn), in Cassel.

Hr. Küster, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Elberfeld.
- Kahle, desgl. in Dortmund.
- Naumann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Elberfeld.
- Schroeder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commissarischer Ober-Betriebsinspector, z. Z. in Berlin.
- Kottenhoff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Essen.
- Emmerich, desgl. in Elberfeld.
- Hassenkamp, desgl. Assistent und Vertreter des Ober-Betriebsinspectors, in Elberfeld.
- Bartels, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Aachen (z. Z. in Philadelphia).
- Berendt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Schmidts, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Elberfeld.
- Schepers, desgl. daselbst.
- Delmes, desgl. in Cassel.
- Siebert, Eisenbahn-Baumeister, bei der Hessischen Nordbahn, in Cassel.
- Bechtel, Eisenbahn-Baumeister, in Arnsberg.
- Fischbach, desgl. in Elberfeld.
- Garcke, desgl. in Elberfeld.
- Koch, desgl. in M. Gladbach.
- Arndts, desgl. in Warburg.
- Eversheim, desgl. in Bochum.
- König, desgl. in Elberfeld.
- Awater, desgl. in Lennep.
- Masberg, desgl. in Aachen.
- Siewert, desgl. bei der Hessischen Nordbahn, in Rotenburg.
- Brewitt, desgl. in Broich.
- Hattenbach, desgl. in Essen.
- Schneider, desgl. in Elberfeld.
- Jungbecker, desgl. in Hagen.
- Seick, desgl. in Unna.
- Rump, desgl. in Altena.
- van de Sandt, desgl. in Düsseldorf.
- Wollanke, desgl. daselbst.

5. Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

Hr. Früh, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken.
- Bormann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken.
- Zeh, Baurath, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, in Creuznach.
- Bayer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Trier.
- Reuter, desgl. in Saarbrücken.
- de Nerée, desgl. daselbst.
- Schmidt, desgl. daselbst.
- Dr. Mecklenburg, Eisenbahn-Baumeister in Creuznach.
- Naud, desgl. in St. Wendel.
- Höbel, desgl. in Saarbrücken.
- Housselle, desgl. verwaltet eine Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle in Saarbrücken.
- Lengeling, Eisenbahn-Baumeister in Cochem.
- Israël, desgl. in Saarbrücken.
- Carpe, desgl. in Alf.
- Sobeczko, desgl. in Saarbrücken.
- Schnebel, desgl. in Saarbrücken.
- Braune, desgl. in Trier.

6. Oberschlesische Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Simon, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Oberbeck, Eisenbahn-Director und technisches Mitglied für die Wilhelmsbahn, in Ratibor.
- Grotefend, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Rampoldt, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.

Hr. Urban, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied und Vorsitzender der Eisenbahn-Commission, in Kattowitz.
- Steegmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Posen.
- Rintelen, Eisenbahn-Bauinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Glogau.
- Luck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Breslau.
- Rosenberg, Eisenbahn-Betriebsinspector in Beuthen O/Schl.
- Bender, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Hilfsarbeiter der Direction, in Breslau.
- Stock, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratibor.
- Melchiors, desgl. in Breslau.
- Wenderoth, desgl. in Stargard i/Pom.
- Dieckmann, desgl. in Glogau.
- Müller, desgl. in Posen.
- Sellin, desgl. in Inowraclaw.
- Darup, desgl. in Kattowitz.
- Roth, desgl. in Lissa.
- Schwedler, desgl. in Gleiwitz.
- Jungnickel, desgl. in Breslau.
- Jordan, desgl. daselbst.
- Westphal, desgl. in Kattowitz.
- Mentzel, desgl. in Breslau.
- Schaper, Eisenbahn-Baumeister in Oppeln.
- Ruland, desgl. in Glatz.
- Taeglichsbeck, desgl. in Neifse.
- Usener, desgl. in Posen.
- Neumann, desgl. in Neustadt.
- Theune, desgl. in Glogau.
- Viereck, desgl. in Kattowitz.
- Krackow, desgl. in Posen.
- Büscher, desgl. in Glatz.
- Kolszewski, desgl. in Ratibor.
- Blanck, desgl. in Breslau.
- Hausding, desgl. Vorsteher des techn. Büreaus der Eisenbahn-Commission in Ratibor.
- Gottstein, desgl. in Breslau.
- Piossek, desgl. in Ratibor.
- Horwicz, desgl. in Breslau.
- Brauer, desgl. in Ober-Glogau.

7. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a/M.

Hr. Redlich, Geheimer Regierungsrath, Vorsitzender, in Frankfurt a/M.
- Behrend, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied in Frankfurt a/M.
- Lehwald, desgl. desgl. in Frankfurt a/M.
- Fischer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des bautechnischen Büreaus, in Frankfurt a/M.
- Lütteken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.
- Bauer, desgl. in Fulda.
- Schmidt, desgl. in Hanau.
- Güntzer, desgl. in Frankfurt a/M.
- Bücking, Eisenbahn-Baumeister in Fulda.
- Knebel, desgl. in Bebra.
- Kalb, desgl. in Ziegenhain.
- Eggert, desgl. in Frankfurt a/M.
- Kirsten, desgl. in Witzenhausen.
- Loycke, desgl. in Eschwege.

8. Direction der Main-Weser-Bahn in Cassel.

Hr. Uthemann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Cassel.
- Heyl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.
- Boettcher, desgl. in Cassel.
- Taeger, desgl. Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Cassel.
- Hottenrott, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.

Hr. Frankenfeld, Eisenbahn-Baumeister in Cassel.
- Francke, desgl. in Friedberg.

9. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Spielhagen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Commission, in Bremen.
- Hinüber, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Cassel.
- Beckmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission in Hannover.
- Nahrath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Harburg.
- Burghart, Eisenbahn-Baudirector in Hannover.
- von Sehlen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover.
- Crone, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Cassel.
- Ruttkowski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des betriebstechnischen Directorial-Büreaus in Hannover.
- Scheuch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Bremen.
- Grüttefien, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Dato, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Cassel.
- Knoche, desgl. in Hannover.
- Lange, desgl. daselbst.
- Dr. Ziehen, desgl. in Harburg.
- Leuchtenberg, desgl. in Bremen.
- Eilert, desgl. in Hannover.
- Kettler, Eisenbahn-Bauinspector in Osnabrück.
- Liegel, desgl. in Göttingen, fungirt als Eisenbahn-Baumeister.
- Ellenberger, Eisenbahn-Baumeister in Uelzen.
- Textor, desgl. in Hannover.
- Zimmermann, desgl. in Hannover.
- Rohrmann, desgl. in Harburg.
- Schreinert, desgl. in Hannover.
- Koenen, desgl. daselbst.
- Hellwig, desgl. daselbst.
- Doepke, desgl. in Bremen.
- Pilger, desgl. in Nordhausen.

10. Eisenbahn-Direction zu Wiesbaden.

Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Wiesbaden.
- Usener, Eisenbahn-Bauinspector, in Wiesbaden.
- Wagner, Eisenbahn-Betriebsinspector, in Limburg.
- Gutmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Castel.
- Stratemeyer, desgl. in Wiesbaden.
- Altenloh, desgl. in Coblenz.
- George, Eisenbahn-Baumeister in Lahnstein.
- Velde, desgl. in Wiesbaden.
- Merkel, desgl. in Limburg.
- Allmenroeder, desgl. in Rüdesheim.

11. Direction der Main-Neckar-Bahn zu Darmstadt.

Hr. Bartels, Eisenbahn-Baumeister in Frankfurt a/M.

12. Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen, in Berlin.

Hr. Löffler, Geheimer Regierungsrath in Berlin (s. auch unter D 1).
- Ballauff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Berlin.

Hr. van den Bergh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Barby.
- Zeyſs, Eisenbahn-Baumeister in Staſsfurt.
- von Schütz, desgl. in Berlin.
- Stuertz, desgl. in Potsdam.

13. Direction der Berliner Stadt-Eisenbahn-Gesellschaft.

Hr. Dircksen, Regierungs- und Baurath, Vorsitzender der Direction, in Berlin.
- Schneider, Eisenbahn-Baumeister in Berlin.
- N. N., desgl. daselbst.

E. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung zu Königsberg in Pr.

Hr. Oppermann, Geheimer Regierungsrath in Königsberg.
- Herzbruch, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Hesse, desgl. daselbst.
- Bertram, Baurath, Bauinspector in Braunsberg.
- Wiegand, Baurath, Bauinspector in Königsberg.
- Schultz, Th., Bauinspector daselbst.
- Rotmann, desgl. in Ortelsburg.
- Natus, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- Brown, Bauinspector in Osterode.
- Dempwolff, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Siber, Wasser-Bauinspector in Labiau.
- Leiter desgl. in Zölp bei Saalfeld.
- Mendthal, Schloſs-Bauinspector, in Königsberg.
- Meyer, Kreis-Baumeister für den Baukreis Prökuls, in Memel.
- Kaske, desgl. in Rastenburg.
- le Blanc, desgl. in Gerdauen.
- Dannenberg, desgl. in Heiligenbeil.
- Saemann, desgl. in Bartenstein.
- Friedrich, desgl. in Pr. Holland.
- Steinbick, desgl. in Wehlau.
- Mohr, desgl. in Allenstein.
- Langbein, desgl. in Rössel.
- Siebert, desgl. in Pr. Eylau.
- Breda, desgl. in Heilsberg.
- Steinbrück, desgl. in Neidenburg.

2. Regierung zu Gumbinnen.

Hr. von Zschock, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kuckuck, desgl. daselbst.
- Treuhaupt, Baurath, Bauinspector in Gumbinnen.
- Schmarsow, Bauinspector in Lyck.
- Lorck, Wasser-Bauinspector in Kukerneese.
- Grun, Bauinspector in Stallupönen.
- Siehr, desgl. in Insterburg.
- Schlichting, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
- Kapitzke, Bauinspector in Tilsit.
- Zacher, Kreis-Baumeister in Marggrabowa.
- Gronwald, desgl. in Goldap.
- Cartellieri, desgl. in Johannisburg.
- Costede, desgl. in Pillkallen.
- Kischke, desgl. in Sensburg.
- Schlichting, desgl. für den Baukreis Niederung, in Heinrichswalde.
- Naumann, desgl. in Darkehmen.
- N. N., desgl. in Angerburg.
- Vogelsang, Land-Baumeister in Gumbinnen.
- Wurffbain, Kreis-Baumeister in Heydekrug.
- Schlepps, desgl. in Ragnit.
- Rowald, desgl. in Lötzen.

3. Regierung zu Danzig.

Hr. Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Alsen, desgl. daselbst.
- Degner, Wasser-Bauinspector in Danzig.
- Schwabe, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Nath, Bauinspector in Danzig.
- Dieckhoff, Wasser-Bauinspector in Marienburg.
- Stiewe, desgl. in Elbing.
- Fromm, Kreis-Baumeister in Neustadt.

Hr. Passarge, Kreis-Baumeister in Elbing.
- Hunrath, desgl. in Berent.
- Schwalm, desgl. in Carthaus.
- Panse, Wasser-Baumeister in Rothebude bei Tiegenhof.
- Linker, Kreis-Baumeister in Pr. Stargard.
- Henderichs, desgl. in Dirschau.

4. Regierung zu Marienwerder.

Hr. Schmid, Geheimer Regierungsrath in Marienwerder.
- Kirchhoff, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Rauter, Baurath, Bauinspector in Graudenz.
- Kozlowski, Wasser-Bauinspector in Culm.
- Reichert, Bauinspector in Marienwerder.
- Barnick, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Ammon, Kreis-Baumeister in Schlochau.
- Schmundt, desgl. in Rosenberg.
- Kleiſs, desgl. in Thorn.
- Elsasser, desgl. in Straſsburg.
- Oltmann, desgl. in Conitz.
- Luetken, Land-Baumeister in Marienwerder.
- Schönrock, Kreis-Baumeister in Dt. Crone.
- Skrodzki, desgl. in Schwetz.

5a. Ministerial-Bau-Commission.

Hr. Zeidler, Regierungs- u. Baurath, Mitdirigent
- N. N., desgl.
- Schrobitz, Baurath, Bauinspector
- Weber, Bauinspector
- Emmerich, desgl.
- Lorenz, desgl.
- von Ludwiger, desgl.
- Haeger, desgl.
- Kuehn, desgl.
- Lanz, Baurath, Straſseninspector
- Frinken, Baurath, 1ter Land-Baumeister
- Coberg, Kreis-Baumeister
- Haesecke, 2ter Land-Baumeister
- Zastrau, Land-Baumeister, commiss. Bauinspector

} zu Berlin.

5b. Polizei-Präsidium zu Berlin.

Hr. Langerbeck, Regierungs- und Baurath
- Lesshafft, desgl.
- Warsow, Bauinspector
- N. N., desgl.
- Steinbrück, desgl.
- Hesse, desgl.
- Badstübner, desgl.
- Meienreis, desgl.
- von Stückradt, desgl.
- Krause, desgl.
- Stocks, Land-Baumeister

} zu Berlin.

6. Regierung zu Potsdam.

Hr. Weishaupt, Regierungs- u. Baurath in Potsdam.
- Spieker, desgl. daselbst.
- Bluth, desgl. daselbst.
- Blew, Baurath, Bauinspector in Angermünde.
- Deutschmann, Bauinspector in Beeskow.
- Schuster, Wasser-Bauinspector in Zehdenik.

Hr. Reinhardt, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei [Oranienburg.
- Koppen, Bauinspector in Berlin.
- Wilberg, Wasser-Bauinspector in Lenzen.
- Germer, Bauinspector in Berlin.
- Blaurock, desgl. in Neu-Ruppin.
- Dr. Krieg, desgl. in Potsdam.
- Düsterhaupt, desgl. in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. in Rathenow.
- Hoffmann, desgl. in Prenzlau.
- Thiem, Wasser-Bauinspector in Neustadt-Eberswalde.
- Köhler, Bauinspector in Brandenburg a/H.
- Wendt, Kreis-Baumeister für den Baukreis Zossen, in Berlin.
- Reinckens, desgl. in Jüterbog.
- Bohl, desgl. in Kyritz.
- Stengel, Wasser-Baumeister in Cöpnick,
- Gette, 1. Land-Baumeister in Potsdam.
- Thurmann, Kreis-Baumeister in Templin.
- von Lancizolle, desgl. in Nauen.
- N. N., desgl. in Perleberg.
- Bayer, 2. Land-Baumeister in Potsdam.

7. Regierung zu Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- von Morstein, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- N. N., desgl. daselbst.
- Elsner, Bauinspector in Lübben.
- Lüdke, desgl. in Frankfurt.
- Beuck, Baurath, Wasser-Bauinspector in Crossen.
- Pollack, Bauinspector in Sorau.
- von Schon, desgl. in Friedeberg N.-M.
- Cochius, desgl. in Frankfurt.
- Petersen, desgl. in Landsberg a. d. W.
- Orban, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
- Keller, desgl. in Frankfurt.
- Ebel, Kreis-Baumeister in Züllichau.
- Frick, desgl. in Cottbus.
- Giebe, desgl. in Zielenzig.
- Müller, desgl. in Arnswalde.
- Daemicke, desgl. in Cüstrin.
- Ruttkowski, desgl. in Königsberg N.-M.
- Hacker, Land-Baumeister in Frankfurt.

8. Regierung zu Stettin.

Hr. Homann, Geheimer Regierungsrath in Stettin.
- Dresel, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Thömer, Baurath, Bauinspector in Stettin.
- Kunisch, Bauinspector in Demmin.
- Ulrich, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- Freund, Bauinspector in Stargard.
- Bötel, desgl. in Pyritz.
- Richrath, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
- Fischer, Kreis-Baumeister in Naugard.
- Alberti, desgl. in Anclam.
- Brunner, desgl. in Cammin.
- Weizmann, desgl. in Greifenhagen.
- von Hülst, Kreis-Baumeister in Pasewalk.
- Haupt, desgl. in Greifenberg.
- Balthasar, Land-Baumeister in Stettin.

9. Regierung zu Cöslin.

Hr. Döbbel, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Benoit, desgl. daselbst.
- Schüler, Bauinspector in Cöslin.
- Fölsche, desgl. in Belgard.
- Soenderop, desgl. in Stolp.
- Weinreich, Wasser-Bauinspector in Rügenwaldermünde.
- Kleefeld, Kreis-Baumeister in Neustettin.
- Ossent, desgl. in Bütow.
- Funck, desgl. in Dramburg.
- Jäckel, desgl. in Lauenburg.
- Momm, Land-Baumeister in Cöslin.
- Beutler, Kreis-Baumeister in Schlawe.

10. Regierung zu Stralsund.

Hr. Wellmann, Regierungs- und Baurath in Stralsund.
- Trübe, Baurath, Bauinspector daselbst.
- Dau, Wasser-Bauinspector in Stralsund.
- Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.
- Frölich, desgl. in Grimmen.

11. Regierung zu Posen.

Hr. Koch, Regierungs- und Baurath in Posen.
- Haustein, desgl. daselbst.
- Kasel, Baurath, Bauinspector in Ostrowo.
- Schönenberg, Bauinspector in Lissa.
- Habermann, Wasser-Bauinspector in Schrimm.
- Hirt, Bauinspector in Posen.
- Helmcke, Kreis-Baumeister in Meseritz.
- Stavenhagen desgl. in Krotoschin.
- Klein, desgl. in Schroda.
- Wolff, desgl. in Rawicz.
- Andres, desgl. in Birnbaum.
- Mathy, desgl. in Kempen.
- Backe, desgl. in Wreschen.
- N. N., desgl. in Samter.
- Müller, desgl. in Kosten.
- Haschke, desgl. für den Baukreis Buk, in Grätz.
- Volkmann, desgl. in Obornik.
- Neugebauer, desgl. in Pleschen.
- Jacob, 1. Land-Baumeister in Posen.
- von Staa, 2. desgl. daselbst.
- Brünecke, Kreis-Baumeister in Wollstein.

12. Regierung zu Bromberg.

Hr. Muyschel, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Meyer, desgl. daselbst.
- Queisner, Bauinspector in Bromberg.
- Herschenz, Bauinspector in Gnesen.
- Kischke, desgl. in Czarnikau.
- Schwartz, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Striewski, Kreis-Baumeister in Mogilno.
- Reitsch, desgl. in Wongrowiec.
- Küntzel, desgl. in Inowraclaw.
- Bindewald, desgl. in Chodziesen.
- Sydow, desgl. in Schubin.
- N. N., desgl. in Wirsitz.
- Schönhals, Land-Baumeister in Bromberg.

13. Oberpräsidium und Regierung zu Breslau.

Hr. Bader, Regierungs- und Baurath, Oderstrom-Baudirector in Breslau.
- Theune, Wasser-Baumeister bei der Oderstrom-Bauverwaltung in Breslau.

Hr. Pohlmann, Geheimer Regierungsrath in Breslau.
- Brennhausen, desgl. daselbst.
- Herr, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Versen, Baurath, Wasser-Bauinspector in Steinau.
- Rosenow, Baurath, Bauinspector in Breslau.
- Gandtner, Baurath, desgl. in Schweidnitz.
- Baumgart, desgl. in Glatz.
- Stephany, desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. in Breslau.
- Cramer, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Woas, Bauinspector in Brieg.
- Graeve, Kreis-Baumeister in Winzig.
- Hammer, desgl. in Altwasser.
- Reuter, desgl. in Strehlen.
- Barth, desgl. in Neumarkt.
- Souchon, desgl. in Oels.

Hr. Berndt, Kreis-Baumeister in Trebnitz.
- Hasenjäger, Land-Baumeister in Breslau.
- Loenartz, Kreis-Baumeister in Frankenstein.

14. Regierung zu Liegnitz.

Hr. Bergmann, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Kühne, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Wolff, Baurath, Bauinspector in Görlitz.
- Lange, desgl. Wasser-Bauinspector in Glogau.
- Rickert, Bauinspector in Glogau.
- Fischer, desgl. in Liegnitz.
- Berghauer, desgl. daselbst.
- Kaupisch, desgl. in Hirschberg.
- Wronka, Kreis-Baumeister in Sagan.
- Schiller, desgl. in Bunzlau.
- Weinert, desgl. in Grünberg.
- Kappelhoff, desgl. in Landeshut.
- Starke, desgl. in Lauban.
- Schattauer, Land-Baumeister in Liegnitz.
- Simon, Kreis-Baumeister in Goldberg.
- Langfeldt, desgl. in Hoyerswerda.
- Hinzpeter desgl. in Löwenberg.

15. Regierung zu Oppeln.

Hr. Berring, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Klein, desgl. daselbst.
- Linke, Baurath, Bauinspector in Ratibor.
- Afsmann, Bauinspector in Gleiwitz.
- Rösener, desgl. in Neifse.
- Bandow, desgl. in Oppeln.
- Müller, desgl. in Cosel.
- Bachmann, desgl. in Oppeln.
- Hannig, Kreis-Baumeister in Beuthen.
- Weidner, desgl. in Creutzburg.
- Friese, Kreis-Baumeister in Neustadt O/S.
- Sell, desgl. in Plefs.
- Gummel, 1. Land-Baumeister in Oppeln.
- Koppen, Kreis-Baumeister in Tarnowitz.
- Holtzhausen, desgl. in Leobschütz.
- Roseck, desgl. in Carlsruhe.
- Meifsner, desgl. in Neifse.
- Becherer, desgl. in Rybnik.
- Demnitz, 2. Land-Baumeister in Oppeln.
- Ritter, Kreis-Baumeister in Gr. Strehlitz.

16. Ober-Präsidium und Regierung zu Magdeburg.

Hr. Kozlowski, Elbstrom-Baudirector in Magdeburg.
- N. N., Wasser-Baumeister daselbst.

- Opel, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Döltz, desgl. daselbst.
- Pelizaeus, Baurath, Bauinspector in Halberstadt.
- Maafs, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
- Heyn, desgl. in Stendal.
- Fritze, Bauinspector in Magdeburg.
- Grofs, desgl. daselbst.
- Kluge, desgl. in Genthin.
- Schlitte, desgl. in Halberstadt.
- Marggraff, Kreis-Baumeister in Oschersleben.
- Wagenführ, desgl. in Salzwedel.
- Hefs, Baurath, desgl. in Gardelegen.
- Schröder, desgl. in Stendal.
- Gerlhoff, desgl. in Osterburg.
- Krone, desgl. in Neuhaldensleben.
- Costenoble, Land-Baumeister in Magdeburg.
- Fiebelkorn, Kreis-Baumeister in Schönebeck.
- Süfs, desgl. in Wanzleben.
- Schmidt, desgl. in Wolmirstedt.

17. Regierung zu Merseburg.

Hr. Sasse, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Steinbeck, desgl. daselbst.

Hr. Sommer, Bauinspector in Zeitz.
- Wernicke, desgl. in Torgau.
- Becker, desgl. in Sangerhausen.
- Werner, Bauinspector in Naumburg.
- Grote, Wasser-Bauinspector in Torgau.
- Danner, Bauinspector in Merseburg.
- De Rège, desgl. in Wittenberg.
- Kilburger, desgl. in Halle a/S.
- Göbel, desgl. in Eisleben.
- Wolff, desgl. in Halle a/S.
- Schmieder, Kreis-Baumeister in Herzberg.
- von Bannwarth, desgl. in Bitterfeld.
- Russell, desgl. in Delitzsch.
- Heidelberg, desgl. in Weifsenfels.
- Heinrich, desgl. in Artern.
- Hilgers, desgl. in Liebenwerda.
- Lucas, Land-Baumeister in Merseburg.

18. Regierung zu Erfurt.

Hr. Drewitz, Geheimer Regierungsrath in Erfurt (s. oben bei *A.* 2).
- Simon, Bauinspector in Mühlhausen.
- Lünzner, desgl. in Heiligenstadt.
- Dittmar, desgl. in Erfurt.
- Wertens, desgl. in Schleusingen.
- Nünneke, Kreis-Baumeister in Nordhausen.
- Dittmar, desgl. in Weifsensee.
- Heller, desgl. in Worbis.
- Boeske, desgl. in Ranis.
- Ihne, Land-Baumeister in Erfurt.

19. Regierung zu Schleswig.

Hr. Scheffer, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- von Irminger, desgl. daselbst.
- Becker, desgl. daselbst.
- Holm, Baurath, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Pinneberg und den Stadtkreis Altona.
- Nönchen, Bauinspector in Hadersleben.
- Fülscher, desgl. in Glückstadt.
- Mathiessen, desgl. in Husum.
- Edens, desgl. in Rendsburg, für den Schleswig-Holsteinschen Canal und die Stadt Rendsburg.
- Freund, Bauinspector in Kiel.
- Herrmann, desgl. in Schleswig.
- Heydorn, Kreis-Baumeister in Neustadt, für den Kreis Plön-Oldenburg mit Fehmarn.
- Kröhnke, Kreis-Baumeister in Brunsbüttel, für den Baukreis Norder- und Süder-Dithmarschen.
- Treede, Kreis-Baumeister in Tondern.
- Greve, desgl. in Oldesloe.
- von Wickede, desgl. in Tönning für den Baukreis Eiderstedt.
- Jensen, desgl. in Flensburg, für den Baukreis Flensburg-Sonderburg.
- Hegemann, Land-Baumeister in Schleswig.

20. Landdrostei Hannover und Finanz-Direction daselbst.

Hr. Hunaeus, Regierungs- u. Baurath b. d. Landdrostei in Hannover.
- Buhse, desgl. b. d. Finanz-Direction daselbst.
- Albrecht, desgl. bei der Landdrostei daselbst.
- Rodde, Land-Baumeister bei der Finanz-Direction daselbst.
- Pape, Bauinspector in Hannover.
- Meyer, desgl. in Hameln.
- Hoffmann, desgl. in Nienburg.
- Steffen, Baurath, desgl. in Hannover.
- Bansen, Bauinspector in Hannover, }
- Heye, desgl. in Hoya, }
- Heins, desgl. in Diepholz, } in Kreis-Baumeister-Stellen.
- Rhien, Baurath in Nienburg, }
- Habbe, Kreis-Baumeister in Syke. }
- Hotzen, Land-Bauconducteur, sachverständiger Beirath der Polizei-Direction in Hannover.

21. Landdrostei Hildesheim.

Hr. Mittelbach, Geheimer Regierungsrath in Hildesheim.
- Kranz, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Cramer, Bauinspector in Zellerfeld.
- Rumpf, desgl. in Einbeck.
- Beckmann, Baurath in Göttingen.
- Praël, Bauinspector in Hildesheim.
- Peters, Baurath in Northeim,
- Rettberg, Bauinspect. in Hildesheim,
- Domeier, desgl. in Göttingen,
- Meyer, Jacob, desgl. in Alfeld,
- Schulze, desgl. in Goslar,
- Freye, Kreis-Baumeister in Hildesheim,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.
- Wichmann, Land-Bauinspector in Clausthal.
- Wolff, Kreis-Baumeister in Herzberg.

22. Landdrostei Lüneburg.

Hr. Höbel, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Heithaus, desgl. daselbst.
- Loges, Wasser-Bauinspector in Harburg.
- Brünnecke, Bauinspector in Lüneburg.
- Siegener, desgl. in Harburg.
- Katz, Wasser-Bauinspector in Lüneburg, verwaltet den Wasserbau-Bezirk Hitzacker.
- Evers, desgl. in Lüneburg.
- Glünder, Bauinspector in Hitzacker, für den Baukreis Dannenberg.
- Fenkhausen, Bauinspector in Celle,
- Höbel, desgl. in Uelzen,
- Hartmann, desgl. in Walsrode,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.
- Schorn, Kreis-Baumeister in Burgdorf.
- Röbbelen, desgl. in Gifhorn.

23. Landdrostei Stade.

Hr. Lüttich, Regierungs- und Baurath in Stade.
- Pampel, desgl. daselbst.
- Süfsmann, Bauinspector in Geestemünde, für den Baukreis Lehe I.
- Schaaf, Wasser-Bauinspector in Stade.
- Valett, Bauinspector in Neuhaus a. d. O.
- Hoebel, Wasser-Bauinspector in Geestemünde, für den Baukreis Lehe II.
- Schwägermann, Bauinspector in Rotenburg,
- Tolle, desgl. in Grohn, für den Baukreis Blumenthal,
- Bertram, desgl. in Verden,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.
- Suadicani, Kreis-Baumeister in Jork.
- Wagner, Baurath in Verden, in einer künftig wegfallenden Stelle.

- Runde, Baurath, z. Z. in Geestemünde (im Ressort des Marine-Ministeriums beschäftigt).

24. Landdrostei Osnabrück.

Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.
- Oppermann, Wasser-Bauinspector in Meppen.
- Reifsner, Bauinspector daselbst.
- Luttermann, Baurath in Koppelschleuse bei Meppen,
- Meyer, Bauinspector in Lingen für den Baukreis Lingen,
- Haspelmath, Bauinspector in Quakenbrück, für den Baukreis Bersenbrück,

} in Kreis-Baumeister-Stell.
- Pampel, Kreis-Baumeister in Melle.
- Maier, Kreis-Baumeister in Lingen, für den Baukreis Bentheim.
- Gerig, Weg-Bauinspector in Osnabrück, in künftig wegfallender Stelle.
- Junker, Land-Baumeister in Osnabrück.

25. Landdrostei Aurich.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Weniger, Weg-Bauinspector daselbst.
- Clauditz, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Schramme, desgl. in Emden.
- Tolle, Adolf, desgl. in Norden.
- Taaks, Dr., Bauinspector in Wittmund.
- Osterlinck, Kreis-Baumeister in Leer.
- van der Plassen, desgl. in Aurich.
- Mensch, Land-Baumeister daselbst.

26. Regierung zu Münster.

Hr. Engelhard, Geheimer Regierungsrath in Münster.
- Plate, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Borggreve, Baurath, Bauinspector in Hamm.
- Hauptner, desgl. desgl. in Münster.
- Baltzer, Bauinspector in Recklinghausen.
- Held, Kreis-Baumeister in Coesfeld.
- N. N., desgl. in Rheine.
- Quantz, desgl. in Münster.
- Herborn, desgl. in Steinfurt.

27. Regierung zu Minden.

Hr. Heldberg, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Eitner, desgl. daselbst.
- Winterstein, Bauinspector in Höxter.
- Pietsch, Baurath, desgl. in Minden.
- Cramer, desgl. in Bielefeld.
- Jäger, Kreis-Baumeister in Paderborn, für den Baukreis Büren.
- Harhausen, desgl. in Herford.
- Bruns, desgl. in Paderborn.
- Stoedtner, desgl. in Warburg.

28. Regierung zu Arnsberg.

Hr. Schulze, Regierungs- und Baurath in Arnsberg.
- Geifsler, desgl. daselbst.
- Uhlmann, Bauinspector in Soest.
- Haege, desgl. in Siegen.
- Haarmann, desgl. in Bochum.
- Hartmann, desgl. in Arnsberg.
- Westphal, desgl. in Hagen.
- Staudinger, Kreis-Baumeister in Olpe.
- Westermann, Baurath, Kreis-Baumeister in Meschede.
- Trainer, Kreis-Baumeister in Berleburg.
- Genzmer, desgl. in Dortmund.
- Hammacher, desgl. in Hamm.
- Niedieck, desgl. in Lippstadt.
- Holle, desgl. in Brilon.
- Scheele, desgl. in Altena.
- Köhler, Land-Baumeister in Arnsberg.
- Meydenbauer, Kreis-Baumeister in Iserlohn.

29. Regierung zu Cassel.

Hr. Afsmann, Regierungs- und Baurath in Cassel.
- Landgrebe, desgl. daselbst.
- Lange, desgl. daselbst.
- von Dehn-Rotfelser, Baurath daselbst.

Hr. Schulz, Baurath in Fulda,
- Müller, desgl. in Cassel,

} überzählig.

Hr. Blankenhorn, Bauinspector in Cassel, für den Landkreis.
- Arend, Carl, Bauinspector in Eschwege.
- Heyken, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Griesel, Bauinspector in Hersfeld.
- Kullmann, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Wagner, Ludwig, Bauinspector in Witzenhausen.
- Cäsar, desgl. in Cassel, für den Stadtkreis.

Hr. Hoffmann, Bauinspector in Fulda.
- Arend, Wilh., desgl. in Hofgeismar.
- Spangenberg, desgl. in Gelnhausen.
- Cuno, desgl. in Marburg.
- Grau, desgl. in Hanau.
- Böckel, desgl., Hülfsarbeiter bei der Regierung in Cassel.
- Schulz, Wilh., Kreis-Baumeister in Hünfeld.
- Maurer, desgl. in Schlüchtern.
- Koppen, Julius, desgl. in Ziegenhain.
- Gombert, desgl. in Fritzlar.
- Arnold, desgl. in Rotenburg.
- Knipping, desgl. in Rinteln.
- Schuchard, desgl. in Hanau.
- Berner, desgl. in Kirchhain.
- Engelhard, desgl. in Gersfeld.
- Difsmann, desgl. in Melsungen.
- Jahn, desgl. in Homberg.
- Röhnisch, desgl. in Cassel.
- Rehm, Land-Baumeister in Cassel.
- Bornmüller, Kreis-Baumeister in Frankenberg.
- Preufser, Bauinspector, Kreis-Baumeister in Schmalkalden.
- Buck, Bau-Commissar, Tit.-Bauinspector in Rotenburg.
- Eckhard, Bau-Commissar in Ziegenhain.
- Schubart, desgl. in Frankenberg.

30. Regierung zu Wiesbaden.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.
- Cuno, desgl. daselbst.
- N. N., Wasser-Bauinspector in Biebrich.
- Wolff, Rud., Bauinspector in Limburg.
- Schnitzler, desgl. in Rüdesheim.
- Pavelt, desgl. in Frankfurt a/M.
- Esser, desgl. für den Stadtkreis Wiesbaden.
- Bertram, desgl. daselbst für den Landkreis.
- Eckhardt, desgl. in Frankfurt a/M. in der Wasser-Baumeister-Stelle.
- Esau, desgl. in Hachenburg (für den Ober-Westerwald-Kreis),
- Baldus, desgl. in Diez, für den Wasserbau.
- Schüler, Bauinspector, Kreis-Baumeister in Montabaur.
- Cramer, Bauinspector, in Schwalbach (f. d. Unter-Taunus-Kreis).
- Spinn, Kreis-Baumeister in Weilburg.
- Rubarth, desgl. in Biedenkopf.
- Holler, desgl. in Homburg (für den Ober-Taunus-Kreis).
- Varnhagen, desgl. in Dillenburg (f. d. Dill-Kreis).
- Wille, Land-Baumeister in Wiesbaden.
- Westerfeld, Bauinspector in Homburg, } in künftig wegfallenden Stellen.
- Moritz, desgl. in Wiesbaden, }
- Petsch, Bau-Accessist in Diez, }

31. Ober-Präsidium und Regierung zu Coblenz.

Hr. Nobiling, Geh. Regierungsrath, Rheinstrom-Baudirector in Coblenz.
- Hipp, Reg. u. Baurath, Rheinschifffahrts-Inspector daselbst.
- Boës, Wasser-Baumeister daselbst.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Coblenz.
- Conradi, Baurath, Bauinspector in Creuznach.
- Ulrich, Wasser-Bauinspector in Coblenz.
- Brauweiler, Bauinspector in Coblenz.
- Möller, Kreis-Baumeister in Neuwied.
- Schmid, Wasser-Baumeister in Cochem.
- Scheepers, Kreis-Baumeister in Wetzlar.
- Legiehn, desgl. in Simmern.
- Zweck, desgl. in Mayen.
- Thomae, Bauinspector für den Baukreis Neuenahr in Remagen.

Hr. Thon, Kreis-Baumeister für den Baukreis Altenkirchen, in Wissen.
- von Nehus, Kreis-Baumeister für den Baukreis Zell, in Trarbach a. d. Mosel.
- Tetens, Land-Baumeister in Coblenz.

32. Regierung zu Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Regierungs- und Baurath in Düsseldorf.
- Lieber, desgl. daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Hild, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Schroers, desgl., Bauinspector daselbst.
- Hartmann, Wasser-Bauinspector in Wesel.
- Genth, desgl. in Ruhrort.
- Guinbert, Bauinspector in Düsseldorf.
- Bormann, desgl. in Elberfeld.
- Lichnock, desgl. in Essen.
- N. N., Bauinspector in Crefeld; der dazu ernannte Bauinspector Neumann fungirt noch in Bonn, die Stelle in Crefeld verwaltet der Land-Baumeister Schmitz, früher in Arnsberg.
- Baumgarten, Kreis-Baumeister in Neufs.
- Mertens, desgl. in Wesel.
- Radhoff, Kreis-Baumeister in Geldern.
- Wagner, desgl. in Lennep.
- Möller, desgl. in Solingen.
- Ewerding, desgl. in Gladbach.
- von Perbandt, desgl. in Cleve.
- Tiemann, Land-Baumeister in Düsseldorf.

33. Regierung zu Cöln.

Hr. Gottgetreu, Regierungs- und Baurath in Cöln.
- Michaelis, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Litterscheid, Bauinspector in Euskirchen.
- Böttcher, desgl. in Cöln.
- van den Bruck, Kreis-Baumeister in Deutz.
- Eschweiler, desgl. in Siegburg.
- N. N., desgl. in Bonn, verwaltet der Bauinspector Neumann.
- Müller, Kreis-Baumeister in Gummersbach.
- Hunaeus, desgl. in Waldbroel.
- Borchers, desgl. in Cöln.
- Freyse, Land-Baumeister in Cöln.

34. Regierung zu Trier.

Hr. Seyffarth, Regierungs- und Baurath in Trier.
- Spannagel, desgl. daselbst.
- Sachse, Bauinspector in Wittlich.
- Schönbrod, desgl. in Saarbrücken.
- Bruns, desgl. in Trier.
- Ritter, Baurath, Kreis-Baumeister in Trier.
- Köppe, Kreis-Baumeister in Merzig.
- Gersdorf, desgl. in St. Wendel.
- Freudenberg, desgl. in Mülheim a. d. Mosel.
- N. N., desgl. in Bitburg.
- Helbig, Land-Baumeister in Trier.
- Soff, Kreis-Baumeister in Prüm.

35. Regierung zu Aachen.

Hr. Kruse, Regierungs- und Baurath in Aachen.
- Schumann, desgl. daselbst.
- Dieckhoff, Baurath, Bauinspector in Aachen.
- Nachtigall, Bauinspector in Düren.
- Mergard, desgl. in Aachen.
- Koppen, Kreis-Baumeister in Eupen.
- Macquet, desgl. in St. Vith.
- Schütte, desgl. in Schleiden.
- Friling, desgl. in Jülich.

36. Regierung zu Sigmaringen.

Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.
- Zobel, Bauinspector in Hechingen (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).

Beurlaubt sind:

Hr. Ruhnau, Kreis-Baumeister in Neuhof bei Ueckermünde.

Hr. Beckering, Wasserbau-Conducteur, Stadt-Baumeister in Essen.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

Hr. Gebauer, Ober-Berg- und Baurath in Berlin.

Hr. Flügel, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Breslau, in Gleiwitzerhütte.
- Schwarz, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle, in Schönbeck bei Magdeburg.
- Neufang, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Clausthal, in Clausthal.

Hr. Dumreicher, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Buchmann, Bauinspector bei der Berginspection Zabrze, in Gleiwitz.
- Braun, Bau- und Maschinen-Inspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken, in Neunkirchen.
- Oesterreich, Königl. Baumeister, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle in Dürrenberg.

Verwaltung für Handel und Gewerbe.

1) Bei der Rheinisch-Westfälischen polytechnischen Schule in Aachen.

Hr. von Kaven, Baurath und Director.
- Dr. Heinzerling, Baurath und Professor.

2) Bei der polytechnischen Schule in Hannover.

Hr. Launhardt, Professor und Director.

Hr. Hase, Baurath.
- Debo, desgl.
- Köhler, desgl.
- Garbe, Bauinspector.

(Lehrer.)

3) Bei der Porzellan-Manufactur in Berlin.

Hr. Möller, Geheimer Regierungsrath, Director.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses u. s. w.

Hr. Hesse, Geheimer Ober-Hof-Baurath in Berlin,
- Strack, Geheimer Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin,

(Baumeister für die Königl. Schlofs- und Gartengebäude (s. oben bei *A*. 2).)

Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königlichen Garten-Intendantur.
- Persius, Hof-Baurath in Potsdam.

Hr. Krüger, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.
- Niermann, Hausfideicommiss-Baurath in Berlin.

---

2. Beim Finanz-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Eytelwein, Wirklicher Geheimer Rath in Berlin (s. oben bei *A*. 2).
- Cornelius, Regierungs- und Baurath beim Finanz-Ministerium in Berlin.
- Busse, Carl, Director der Staatsdruckerei in Berlin.

Hr. Knyrim, Hof-Bauinspector zu Wilhelmshöhe.
- Sallmann, Schlofs-Bauconducteur in Cassel, commissarisch mit der Land-Baumeister-Stelle beim Bezirks-Präsidium zu Colmar beauftragt.
- N. N., Wasser-Baumeister für die Meliorations-Anlagen an der Brahe etc., in Czersk.

---

3. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. von Quast, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin (s. oben bei *A*. 2).
- von Dehn-Rotfelser, Baurath und Professor in Cassel und Lehrer an der Akademie der bildenden Künste daselbst (s. bei *E*. 29).
- Voigtel, Regierungs- u. Baurath in Cöln, leitet den Dombau daselbst.
- Leopold, Bauinspector in Hannover, für die Kloster-Verwaltung.
- Mertens, Baumeister und Hausinspector der Königl. Museen in Berlin.
- Müller, Baumeister und Lehrer an der staats- und landwirthschaftlichen Akademie in Eldena.
- von Tiedemann, Land-Baumeister, leitet die Universitätsbauten in Halle a/S.

---

4. Im Ressort des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten.

Hr. Wurffbain, Geh. Regierungsrath in Arnstadt bei Erfurt,
- Röder, Baurath in Berlin,
- Michaelis, Baurath in Münster,
- Schulemann, Wasser-Bauinspector in Bromberg,
- Schmidt, desgl. in Düsseldorf,
- Hefs, desgl. in Hannover,
- Krah, desgl. in Königsberg i. Pr.,
- Schönwald, desgl. in Cöslin,
- Pralle, desgl. in Kiel,
- Knechtel, desgl. in Breslau,

(Landes-Meliorations-Bauinspectoren.)

- Schmidt, Landes-Meliorations-Bauinspector für die Provinz Hessen-Nassau, in Cassel.
- Gravenstein, Wasser-Baumeister, in Magdeburg.

III. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

1. Beim Preufsischen Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei A. 2).
- Voigtel, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Beyer, desgl. in Carlsruhe.
- Steuer, Bauinspector, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin.
- N. N., Bauinspector für die militairisch-technischen Institute, in Spandau.
- Goldmann, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Coblenz.
- Herzberg, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Neifse.
- Hauptmann, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle in Potsdam.
- Goedeking, Bauinspector, Inhaber der zweiten Baubeamten-Stelle für die Militair-Bauten in Berlin.
- Hauck, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle in Cöln.
- Schuster, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Hannover.
- Devin, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Carlsruhe.
- Bobrik, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Danzig.
- Bernhardt, Bauinspector, Assistent des Ministerial-Bauraths im Kriegs-Ministerium, in Berlin.

Hr. Heimerdinger, Bauinspector, Inhaber einer Garnison-Baubeamten-Stelle in Berlin.
- Steinberg, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Magdeburg.
- Paarmann, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Königsberg i. Pr.
- Held, Local-Baubeamter für das Garnison-Bauwesen zu Stettin und Alt-Damm.
- Spitzner, Local-Baubeamter für das Garnison-Bauwesen zu Frankfurt a/O. und Cüstrin.

2. Bei dem Marine-Ministerium.

Hr. Buchholz, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.
- Wagner, Marine-Hafen-Baudirector in Wilhelmshaven.
- König, Admiralitätsrath in Berlin.
- Vogeler, Marine-Ober-Ingenieur in Wilhelmshaven.
- Schirmacher, desgl. daselbst.
- Rechtern, Marine-Hafenbau-Oberingenieur in Kiel.
- Giefsel, desgl. in Wilhelmshaven.

3. Bei dem General-Postamte zu Berlin.

Hr. Kind, Geheimer Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Schwatlo, Regierungs- und Baurath in Berlin.

4. Bei der General-Telegraphen-Direction.

Hr. Elsasser, Geheimer Ober-Regierungsrath und vortragender Rath in Berlin.
- Rochlitz, Telegraphen-Directionsrath in Hannover.

Hagen'sche Stipendien-Stiftung. Nachricht für 1875.

Stiftungs-Kapital. Dasselbe hat sich durch Zuwendungen Seitens der Herren E. und B., sowie des Verfassers des Schinkelfest-Liedes von 9600 Thlr. auf 9800 Thlr. oder auf 29400 Mark erhöht.

Verwendung der Zinsen. 400 Thlr. oder 1200 Mark sind an mehrere Studirende der Bau-Akademie statutenmäfsig in Vierteljahrs-Raten zu 150 Mark gezahlt.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

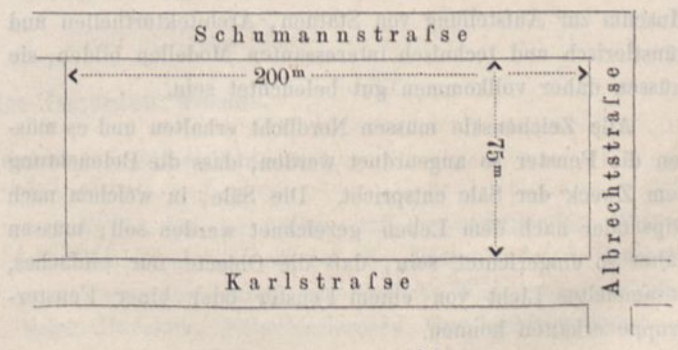
Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1877.

I. Aus dem Gebiete des Landbaues.

Entwurf zu einem Gebäude für die Königliche Bau-Akademie.

I. Allgemeine Bestimmungen.

Das Gebäude soll für die Zahl von 1200 studirenden Architekten und Ingenieuren berechnet werden und auf einem freien rechteckigen Platz, mit allseitig freiem Licht, von 200^m Länge zu 75^m Tiefe, dessen Längenachse von Osten nach Westen geht, wie ihn die Kaserne des 2. Garde-Regiments in der Karlstrafse bietet, errichtet werden. Die südliche Längenfront ist als Hauptfront anzunehmen, der für das Gebäude nicht verbrauchte Theil des Bauplatzes soll zu Gartenanlagen benutzt werden.



Die Ausführung soll in monumentaler Weise mit gewölbten Decken (event. auf Eisenconstructionen) erfolgen, als Material ist Sandstein, Terracotta oder beides anzunehmen, und sind in geschickter Weise die Farbentöne des Materials im Aeusseren zur Verwendung zu bringen.

Wird im Aeusseren eine reichere Färbung projectirt, etwa an einzelnen besonders zu betonenden Theilen des Gebäudes, so ist hierfür musivische Ausführung vorauszusetzen.

Wesentlicher Werth ist auf eine gute, zweckentsprechende Beleuchtung der Innenräume zu legen.

Wenn das Dachgeschofs zur Anlage von Zeichensälen, Sammlungsräumen, zu Bibliotheks- oder anderen Zwecken mit benutzt werden sollte, wie dies bei verschiedenen neuen Gebäuden in zweckmäfsiger Weise geschehen ist, so bedarf es in diesem Falle keiner gewölbten Decken über demselben.

Die Concurrenten sollen das zu wählende Heizungs- und Ventilations-System im Erläuterungsbericht darlegen und begründen, und in den Zeichnungen die Lage der event. einzurichtenden Heizkammern angeben. Die Heiz- und Ventilations-Canäle in die Zeichnungen einzutragen ist nicht erforderlich.

Die Deckenconstructionen sollen in den Durchschnitten so dargestellt werden, dafs über ihre Ausführbarkeit keine Zweifel entstehen können, und wenigstens eine der Hauptconstructionen soll durch Rechnung bestimmt und detaillirt gezeichnet werden. Auf die künstlerische Durchbildung der Deckenconstructionen ist besonders Gewicht zu legen, und die künstlerische Detaildurchbildung derjenigen Hauptconstruction, welche berechnet wird, detaillirt darzustellen.

An Zeichnungen werden verlangt:

Die Grundrisse der Etagen im Maafsstabe 1 : 250.
Die Façaden im Maafsstabe 1 : 150.
Zwei Durchschnitte im Maafsstabe 1 : 150.
Eine Zeichnung des Façadensystems im Maafsstabe 1 : 30.

Es wird ein farbiges Blatt verlangt und kann dazu einer der verlangten beiden Durchschnitte des ganzen Baues, in welchem die Haupträume ersichtlich sind, oder der Durchschnitt eines einzelnen Hauptraumes im Maafsstabe von 1 : 30, oder die oben verlangte Zeichnung von einem System der Façade gewählt werden.

Das Hauptgesims soll in Construction und Kunstform detaillirt gezeichnet werden, und zwar im Maafsstabe 1 : 10.

Eine künstlerische Durchbildung des Innern wird für das Vestibül, das Treppenhaus und die Aula, sowie für die den Verkehr im Innern vermittelnden Hallen oder Corridore verlangt, welche so geräumig sein müssen, dass sie als Aufenthalt für die Studirenden während der Pausen benutzt werden können. Es sollen diese Räume zugleich eine Art Museum zur Aufstellung von Statuen, Architekturtheilen und künstlerisch und technisch interessanten Modellen bilden, sie müssen daher vollkommen gut beleuchtet sein.

Alle Zeichensäle müssen Nordlicht erhalten und es müssen die Fenster so angeordnet werden, dass die Beleuchtung dem Zweck der Säle entspricht. Die Säle, in welchen nach Gips oder nach dem Leben gezeichnet werden soll, müssen daher so eingerichtet sein, dafs die Objecte nur einfaches, gesammeltes Licht von einem Fenster oder einer Fenstergruppe erhalten können.

Ausser der Haupttreppe sind noch eine Anzahl massiver, heller Nebentreppen, welche vom Keller bis zum Boden führen und nach Corridoren oder Hallen in jeder Etage münden, anzuordnen.

Das Schinkel-Museum ist im Gebäude feuersicher und zweckmäfsig mit unterzubringen; es mufs dasselbe aus einem gröfseren Saal zur Aufstellung der Bilder und Zeichnungen unter Glas und Rahmen, aus einem gröfseren Raum zum Unterbringen der Mappen und einem grofsen oder mehreren kleinen Zimmern mit gutem Licht für die Besucher zum Auslegen der Mappen und zum Studiren bestehen, und ein kleines Custodenzimmer enthalten.

Eine in Bezug auf die Raumvertheilung öconomische Behandlung des Programmes wird gewünscht, wie sie für die practische Lösung von architektonischen Aufgaben in der Regel erforderlich ist, die künstlerische Leistung wird sich vor allem in der geschickten Gruppirung der Räumlichkeiten, in den Raumverhältnissen, in den Verhältnissen und der Gliederung der Façaden und in der Ausbildung der einzelnen Details zu bethätigen haben.

II. Raum-Bedürfnifs.

A. Verwaltungslocale.

1) Zwei Portierwohnungen zu je 2 Stuben, Kammer und Küche.
2) Zwei Pedellwohnungen.
3) Zwei Wohnungen für verheirathete Büreaubeamte, bestehend aus je 3 Stuben, 2 Kammern und Küche; es können dieselben event. im Dachgeschofs liegen.
4) Verwaltungsbüreau, circa . . . . 50 — 60 □^{m}
5) Eine Registratur, circa . . . . 100 — 120 □^{m}
6) Eine Kasse, circa . . . . . . 50 — 60 □^{m}
7) Ein Vorzimmer, circa . . . . . 50 — 60 □^{m}
8) Ein Directorzimmer, circa . . . 50 — 80 □^{m}
9) Ein Conferenzzimmer, circa . . . 80 — 100 □^{m}
10) Ein grofses Conferenzzimmer, circa 150 □^{m}
11) Eine Toilette, Closet
12) Zwei Lehrerzimmer, à circa . . . 100 □^{m}
oder vier kleinere Zimmer à circa . 50 □^{m}
13) Closets für die Studirenden sind in den verschiedenen Etagen zweckmäfsig anzuordnen, ebenso in jeder Etage zwei Räume zum Reinigen der Reifsbretter etc. zu je . . . . 20 □^{m}
14) Für die Saaldiener, Heizer und Hausdiener sind event. im Souterrain kleine Wohnungen von je einem Zimmer zu disponiren à . . . . 30 □^{m}
15) Aufserdem sind in der Nähe der Zeichensäle Aufenthaltsräume für die Saaldiener zu bestimmen von je 20 □^{m} Fläche.

B. Auditorien.

1) Eine Aula mit 600 Sitzplätzen, 600 Stehplätzen und einem erhöhten Platz für das Lehrercollegium von 60 Personen.
2) Zwei grofse Auditorien für allgemeine wissenschaftliche Vorlesungen mit je 200 Plätzen.
3) Zwei Auditorien für je 100 Zuhörer mit ansteigenden Sitzen für Demonstrationen (Physik, Chemie, Bauconstructionslehre, Baumaterialienkunde etc.), bei welchen experimentirt wird oder Modelle benutzt werden.

4) Zwei gröfsere Zimmer neben den Auditorien zum Aufstellen der für die Demonstrationen nöthigen Apparate, Modelle, Chemikalien, sowie als Vorbereitungszimmer für die Experimente.
5) Acht kleine Auditorien für besondere Curse à 40 — 50 Zuhörer.

C. Zeichensäle.

1) Sechs Zeichensäle für zusammen circa 1200 Studirende als Arbeitssäle, mit Nordlicht; jeder Arbeitsplatz mufs $1,_{25}$ m bis $1,_{50}$ m Breite zu $1,_{60}$ m Tiefe erhalten, und es sollen bei Seitenbeleuchtung nicht mehr als 4 — 5 Plätze in einer Reihe angeordnet werden. Aufser dem durch die Arbeitsplätze absorbirten Raum mufs in diesen Sälen noch Platz für Schränke, Gipse, Modelle etc. vorhanden sein.

   Die hier im Interesse des freien akademischen Charakters des Instituts geforderten Zeichensäle nehmen einen bedeutenden Raum in Anspruch, sie würden sich bei geschickter Ausnutzung von Räumen im Dachgeschofs vielleicht ganz oder zum Theil in diesem unterbringen lassen, und zwar event. mit Anwendung von Oberlichten, welche dann aber so construirt sein müssen, dafs nur reines Nordlicht auf die Zeichenplätze fällt.
2) Zehn Zeichensäle zu je 40 — 60 Plätzen für den Unterricht im architektonischen und technischen Zeichnen und Entwerfen, im Ornamentzeichnen, farbigen Decorationen etc.

   Für die Gröfse und Anordnung der Plätze, sowie für die Saaleinrichtung gilt auch hier das unter C 1 Gesagte.
3) Drei Zeichensäle für Gipszeichnen, jeder zu je 36 — 40 Plätzen à 2 □m. Jeder dieser Säle ist in eine Anzahl von durch leichte Wände geschiedenen Compartimenten zu theilen, welche so grofs sein müssen, dafs die Gipse in gehöriger Entfernung von dem Zeichner aufgestellt werden können.

   Jedes Compartiment mufs mit einem grofsen und hohen Fenster erleuchtet sein, derart, dafs die Gipsmodelle eine einheitliche günstige Beleuchtung erhalten.
4) Ein Actsaal für circa 40 Plätze circa . . 80 □m
5) Ein oder zwei Cabinette daneben von zusammen circa . . . . . , ... 40 □m
6) Ein Modellirsaal für 40 Plätze circa . . 80 □m
7) Ein Atelier daneben für einen Bildhauer circa 80 □m
8) Ein Cabinet.
9) Eine Thon- und Modellkammer.
10) Eine Gipsgiesserei, zugleich Reparaturwerkstatt für beschädigte Modelle, im Souterrain.

D. Sammlungen.

1) Kunstgeschichtliches Museum . . . . . 200 □m
2) Gipsmuseum zur Aufstellung von architektonischen, ornamentalen und figürlichen Modellen, in einem oder in mehreren Sälen von zusammen . 400 — 500 □m
3) Museum für architektonische ältere und neuere Entwürfe und architektonische Zeichnungen in einem oder mehreren Sälen, welche zugleich als Ausstellungslocal für Concurrenz-Arbeiten, Reiseskizzen, akademische Arbeiten dienen sollen, im Ganzen circa . 200 □m
4) Museum für technische Entwürfe, Zeichnungen etc. circa . . . . 200 □m
5) Museum für technische Modelle, Mineralsammlung, Baumaterialien, in einem oder in mehreren Sälen von zusammen . . . . 400 — 500 □m
6) Geodätische Sammlung . . . . 80 — 100 □m
7) Physikalische Sammlung . . . . 80 — 100 □m
8) Technologische Sammlung . . . 80 — 100 □m
   mit Laboratorium von . . . . 40 — 60 □m
9) Laboratorium für mechanisch-technische Versuche 40 — 60 □m

E. Bibliothek.

Die Bibliothek mufs aufser dem für 100000 Bände erforderlichen Raum noch Raum für 60 Leseplätze und 10 Arbeitsplätze erhalten und mit grofsen Tischen versehen sein, um dort solche Blätter copiren zu können, die aus der Bibliothek nicht fortgegeben werden dürfen.

Ein besonderer Lesesaal ist nicht unbedingt erforderlich, die Plätze für die Studirenden können im Bibliothekraum selbst untergebracht werden.

Aufser dem hier festgestellten Raumbedürfnifs würden noch einige disponible Räume erwünscht sein, welche als Lehrer-Arbeitszimmer benutzt werden können.

Da eine öconomische Lösung der Aufgabe, d. h. eine solche, die bei Befriedigung des räumlichen Bedürfnisses auch eine möglichst geringe bebaute Fläche nachweist, gewünscht wird, so ist bereits oben auf die Möglichkeit hingewiesen worden, das Dachgeschofs event. unter Benutzung von Oberlicht zu Zeichensälen zu verwenden. Es wird hier noch hinzuzufügen sein, dafs auch eine anderweite Benutzung des Dachgeschosses, sei es für Bibliothek- oder Sammlungszwecke, zulässig sein würde, ähnlich wie sie beim städtischen Museum in Leipzig in vortheilhafter Weise geschehen ist.

Es sollen jedoch diese Andeutungen nur die Zulässigkeit derartiger Raumdispositionen erläutern, ohne die Freiheit der Concurrenten in Bezug ihrer architektonischen Ideen im Geringsten zu beschränken.

II. Aus dem Gebiete des Ingenieurwesens.

Entwurf zu einem Wasserwerke für Charlottenburg.

Die Stadt Charlottenburg soll mit Wasser versorgt werden. Im Gebiete der Jungfernheide ist ein solcher Untergrund vorauszusetzen, dafs daselbst die erforderliche Grundwassermenge entnommen werden kann.

Es ist bei der Anlage auf das naturgemäfse Wachsen von Charlottenburg und auf die dortige Industrie Rücksicht zu nehmen, auch für die erforderliche Wassermenge zu öffentlichen Zwecken, Feuerlöschwesen, Strafsenbesprengung und

Reinigung, Parks, Fontainen (Schlofsgarten, Flora) etc., Sorge zu tragen.

Zu fertigen sind:

1) Ein genereller Situationsplan der ganzen Anlage mit Umgebung im Maafsstabe 1 : 10000.

[Es eignet sich hierzu der Sineck'sche Situationsplan von Berlin und Umgebung mit event. Erweiterung.]

2) Ein Specialplan der Wassergewinnung im Maafsstabe 1 : 100.

3) Ein Specialplan der Maschinenanlage im Maafsstabe 1 : 50 und eine specielle Zeichnung einer Maschine im Maafsstabe 1 : 10.

4) Specialpläne vom Kessel- und Maschinenhaus mit Schornstein, in Grundrifs, Durchschnitt und Ansicht, im Maafsstabe 1 : 100.

5) Ein Specialplan des Hochreservoirs im Maafsstabe 1 : 100, mit Details im Maafsstabe 1 : 10.

6) Ein Specialplan eines Dükers im Maafsstabe 1 : 100, der Details im Maafsstabe 1 : 10.

7) Ein Specialplan des Rohrnetzes in den Strafsen der Stadt mit Angabe der lichten Röhrenweiten, der Wasserschieber, Hydranten, Wasserpfosten, Fontainen im Maafsstabe 1 : 3125. [Doppelter Maafsstab der Abtheilung V des Bebauungsplanes von Berlin.]

8) Detailzeichnung eines Hydranten, Wasserschiebers, Wasserpfostens etc. im Maafsstabe 1 : 5.

9) Ein ausführlicher Erläuterungsbericht mit Berechnung aller Theile.

Alle hiesigen und auswärtigen Mitglieder des Architekten-Vereins werden eingeladen, sich an der Bearbeitung dieser Aufgaben zu betheiligen, und ersucht, die Arbeiten bis zum 20. December 1876 Abends 12 Uhr in der Vereins-Bibliothek, Wilhelmstrafse 92—93, abzuliefern. (Zeichnungen in Mappe, Erläuterungsbericht geheftet.) Später eingelieferte Arbeiten sind von der Concurrenz ausgeschlossen.

Die Entwürfe sind mit einem Motto zu bezeichnen und mit demselben Motto ein versiegeltes Couvert einzureichen, worin der Name des Verfassers und die pflichtmäfsige Versicherung desselben, dafs das Project von ihm selbstständig und eigenhändig angefertigt sei, enthalten sind.

Die Königliche Technische Bau-Deputation hat es sich vorbehalten, auch diejenigen nicht prämiirten Arbeiten, welche der Architekten-Verein einer besonderen Berücksichtigung für werth erachtet, als Probe-Arbeiten für die Baumeister-Prüfung anzunehmen.

Die eingegangenen Entwürfe werden bis zum 10. Januar 1877 in der Bibliothek des Vereins für die Mitglieder, am Schlusse des Monats Februar öffentlich ausgestellt. Die Verlesung der Referate der Beurtheilungs-Commissionen geschieht in der Hauptversammlung des März. Die Zuerkennung der Preise und die eventuelle Annahme der Arbeiten als Probe-Arbeit für die Baumeister-Prüfung wird am 13. März 1877 beim Schinkelfeste von dem Vorstande des Vereins bekannt gemacht.

Die mit dem Staatspreise gekrönten Arbeiten bleiben Eigenthum des Vereins. Derselbe hat das Recht, diese, sowie auch die mit Medaillen ausgezeichneten Entwürfe unter Nennung des Autors zu publiciren.

Der Autor eines mit dem Staatspreise gekrönten Entwurfes ist verpflichtet, innerhalb zweier Jahre die Studienreise anzutreten, vor dem Antritte derselben dem Vorstande des Vereins hiervon und von der Reiseroute Mittheilung zu machen und etwaige Aufträge des Vereins entgegenzunehmen, sowie Reisebericht und Skizzen spätestens 2 Jahre nach dem Antritt der Reise dem Vereine vorzulegen.

Berlin, den 13. März 1876.

Der Vorstand des Architekten-Vereins zu Berlin.

Hobrecht, Vorsitzender.

Adler. Baensch. Böckmann. Ende. L. Hagen. Mellin. Orth. Quassowski. Schwatlo. Schwedler. Steuer.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 12. October 1875. (Schlufs.)

Eine Probe mit der den gestellten Anforderungen gemäfs construirten Maschine und der spätere Betrieb der Bahn zeigten, dafs die Aufgabe vollständig gelöst war. Um die Verwendung leichterer Schienen zu ermöglichen, war die Maschine mit drei gekuppelten Achsen als Tendermaschine hergestellt; dieselbe hat 2^{m} Radstand, $0,_{910}$^{m} Raddurchmesser, $0,_{320}$^{m} Cylinderdurchmesser, $0,_{510}$^{m} Kolbenhub, 72 □^{m} Heizfläche und 13 Atmosphären Dampfdruck, im leeren Zustande ein Gewicht von 370 Ctr., im dienstfähigen dagegen von 500 Ctr. und verbraucht für die Bergfahrt $6,_{3}$ Ctr. Kohlen und $3,_{3}$ Ctr. Wasser. Die Sandkasten kommen nicht zur Anwendung; der Erfinder brachte einen Apparat an die Maschine, durch welchen die Schienen während der Fahrt stark genäfst, beziehungsweise gewaschen wurden, wodurch vorzügliche Erfolge gegen das Schleudern erzielt wurden. Die Bremsvorrichtungen bestehen in einer Luftbremse und einer Backenbremse mit Hebelbewegung. Die hier erlangten Resultate zeigen, wie die Theorie durch die practische Ausführung ihre Bestätigung erhält, dafs also das Befahren der Steigungen bis zu 1 : 14 (70 pro mille) durch Locomotiven gewöhnlicher Construction mit leichten Personenzügen mit vollkommener Sicherheit möglich ist. Hierdurch wird der Bau schwieriger Gebirgsbahnen, welche lediglich dem Touristenverkehr dienen, sowie die Herstellung provisorischer Bahnanlagen, welche z. B. während eines langandauernden Tunnelbaues auf der Hauptbahn zweckmäfsig erscheinen, wesentlich erleichtert und gefördert werden.

Versammlung am 9. November 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Kaselowsky besprach, unter Vorlage der bezüglichen Zeichnungen, die seither zur Anwendung gekommenen Constructionen der Kessel für Locomotiven. Dieselben haben seit der ersten von Stephenson erfundenen und zur Ausführung gebrachten Construction bis zur gegenwärtigen Zeit wenige und unbedeutende Verbesserungen erfahren. Vorwiegend kommen Feuerbüchsen zur Anwendung, deren flache Decken durch starke Barren versteift und deren Seitenwände durch nahe aneinander gestellte Stehbolzen verankert wurden. Der Amerikaner Norris versuchte zuerst, die flachen Wände zu vermeiden und die Zahl der Stehbolzen durch Anwendung einer vertikal stehenden runden Feuerbüchse zu verringern. Die Nachtheile, welche die grofse Zahl der Deckenbarren verursachte, suchte man später dadurch zu ersetzen, dafs man die Anker mit dem äufseren Feuerbüchsmantel verband; hierdurch erschwerte man jedoch wiederum die Reinigung des Raumes über der Feuerbüchse. Sodann machte man den Versuch, zur Vermeidung der Deckenbarren die Decke durch tiefe wellenförmige Einbiegungen, welche durch Stehbolzen versteift wurden, herzustellen. Die verbreitetste Anwendung fand die sog. Belpaire'sche Construction, bei welcher die Deckenbarren durch Vertikalanker, ähnlich den seitlich angewandten Stehbolzen, ersetzt sind; die Vertikalanker sind mit Kopf und Mutter versehen und nicht vernietet. Die bei dieser Construction nach allen Seiten vorhandene starre Verankerung hinderte jedoch nicht nur die Reinigung, sondern auch die Ausdehnung der Feuerbüchse, so dafs vielfach Risse entstanden. Diese zu vermeiden, construirte Becker die innere Feuerbüchse mit stark abgerundeten oberen Längskanten, und die äufsere Feuerbüchse mit in einem Kreisbogen geführten Seitenwänden, sodann Schwartzkopff eine Feuerbüchse, bei welcher die obere Abflachung des äufseren Mantels gänzlich vermieden war; die Vertikalanker wurden hierbei ebenso wie die seitlichen Stehbolzen vernietet und nicht mit Kopf und Mutter versehen. Eine wesentliche Verbesserung erzielten alsdann Maey in Zürich und Hanswell in Wien durch eine halbkreisförmige, aus gewelltem Kupferblech hergestellte Feuerbüchse, bei welcher jede besondere Versteifung der Decke durch Anker und Stehbolzen unnöthig ist.

Der Vortragende geht dann zu der von ihm erfundenen und ihm patentirten Feuerbüchsenconstruction über und glaubt, dafs durch diese die den seither zur Anwendung gekommenen Feuerbüchsen anhaftenden Mängel vermieden würden. Bei derselben sei die innere Feuerbüchse von dem äufseren Mantel ganz unabhängig, nur am Bodenring finde die Vernietung des inneren mit dem äufseren Mantel statt, im Uebrigen stehe die Büchse frei im Raume ohne jede Stehbolzenverbindung oder sonstige Verankerung mit den übrigen Theilen des Kessels. Die innere Feuerbüchse sei excentrisch zu dem Langkessel gelagert und werde von dem ebenfalls excentrisch zum Langkessel liegenden Feuerbuchsmantel oder der äufseren Feuerbüchse umschlossen. Der Feuerbüchsmantel wie die innere Feuerbüchse seien vollkommen kreisförmig construirt und bedürften somit, da in der Kreislinie bei innerem und äufserem Druck in allen Punkten die gleiche Spannung herrscht, keiner besonderen Aussteifungen in den Mantelplatten. Die Construction biete gegenüber den gegenwärtig gebräuchlichen die Vortheile, dafs die Reinigung und Revision des Kessels aufserordentlich erleichtert, das Durchbrennen der Feuerbüchse durch Festsetzen von Kesselstein an unzugänglichen Stellen vermieden und der Ausdehnung durch die Wärme ein Widerstand, wie er durch die Verwendung von Stehbolzen bedingt ist, nirgends entgegengesetzt werde, auch sei die Ausführung wesentlich billiger, und die Auswechselung schadhafter Feuerbüchsen könne mit viel weniger Kosten und geringerem Zeitaufwand geschehen.

An der hieran sich schliefsenden Discussion betheiligten sich die Herren Borsig, Gust, Hartwich und der Vortragende.

Herr Quassowski gab hierauf eine kurze Beschreibung der Gisela-Bahn und des auf derselben bei Lent im Juni d. J. eingestürzten Tunnels, sowie des hierdurch erforderlich gewordenen Umbaues der Bahn an dieser Stelle; der Tunnel, welcher eine Länge von 163^{m} hatte, führte durch Thonschiefer.

Versammlung am 14. December 1875.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Plefsner machte Mittheilungen über die Verwendung stark gewellter Eisenbleche zu Gebäuden und Eisenbahn-Constructionen und insbesondere, unter Vorzeigung von Modellen, Proben und Zeichnungen, über die Anwendung der Stahl-Wellbleche aus der Fabrik von Vofs und Mitter hier, zu diebes- und feuersicheren Roll-Jalousieabschlüssen. Die Wellenbleche von Eisen haben eine Wellenhöhe von 70^{mm}, eine Wellenweite von 45^{mm} und eine Blechstärke von $1_{,1}$^{mm}; dieselben wiegen pro □^{m} 16 Kilogr. und sind bei $2_{,5}$^{m} freier Lage mit 1500 Kilogr. pro □^{m} ohne nachtheilige Folgen belastet worden. Diese Wellenbleche sind zweckmäfsig zu leichten Ueberdachungen der Perronhallen, der Maschinen- und Wagenschuppen zu verwenden und kosten incl. der Auflager-Construction und Wasserabführung, vollständig montirt und angestrichen, pro □^{m} 21 Mark. Eine fernere Verwendung finden diese Bleche bei Herstellung feuerfester Fufsböden, indem sie auf I-Eisen verlegt und mit Gyps oder Cement ausgegossen und mit Fliesen bedeckt werden (angewandt bei Wiederherstellung des Hotels Kaiserhof); ebenso werden dieselben zur Anfertigung feuersicherer Gardinen in Theatern (z. B. dem neuen Hoftheater in Dresden) verwendet. Rollverschlüsse von schwächerem Stahlblech werden für die Postschalter der Reichspost und für die Güterschuppenthore des hiesigen Bahnhofes der Berlin-Anhalter Bahn gegenwärtig hergestellt. Hiervon kostet der □^{m} 26 Mark, die Armatur und Montage 70 Mark und somit ein fertiger Thorabschlufs ungefähr 250 Mark; ein Locomotivschuppenthor würde hiernach für 500 Mark herzustellen sein und demnach nicht viel mehr kosten als ein solches aus Holz (einschliefslich Beschlag).

Dem Wunsche mehrerer Vereinsmitglieder entsprechend, war Herr Rüppell aus Cöln erschienen, um den von ihm erfundenen Central-Weichen- und Signal-Apparat, seine Construction, Handhabung und Anwendung näher zu erläutern.

Die Eisenbahn-Signal-Bauanstalt Max Jüdel & Co. in Braunschweig, Patent-Inhaberin für diesen Apparat, hatte

zu dem Vortrage bereitwilligst das bis in die Details sehr sauber ausgeführte Modell eines für Cöln erbauten Rüppell-schen Apparates im Vereinslocale aufgestellt. Wir geben in Nachstehendem die Analyse des Vortrages:

Die Construction des Apparates basirt zunächst darauf, dafs alle Weichen und Signale nur vom Apparat aus bedient werden, die Signale durch Drahtzüge, die Weichen durch Stangenleitungen; bei Drahtzügen und Stangenleitungen sind durch geeignete Vorrichtungen die Längenveränderungen durch die Temperaturdifferenzen compensirt. Im Apparate ist für jede Weiche, wie für jedes Signal je ein Hebel vorhanden; jeder Weichenhebel bewegt mittelst einer einfachen Winkel-hebel-Uebersetzung eine Schubstange, von denen also so viel vorhanden sind, wie zu fixirende Weichen vom Apparat bedient werden sollen; sie liegen in einem Rahmen hinter den Hebeln der Länge des Apparates nach, und sind so geführt, dafs sie nur in der Richtung ihrer Längsachse bewegt werden können und durch Umlegen des Weichenhebels einen genau begrenzten Weg zurücklegen. Mit jedem Signalhebel ist ferner ein Schieber durch Charnier verbunden, der quer über den Schubstangen, nur in seiner Längsachse rechtwinklig zu der Längsachse der Schubstangen beweglich, liegt, und hakenförmig so geformt ist, dafs er auch in seiner Längsachse nicht bewegt werden kann, wenn die Schubstangen resp. eine derselben an der Schieberstelle ihren vollen Querschnitt und nicht einen den Durchgang des Schiebers gestattenden Schlitz (Einkerbung) zeigt. Der Schieber bewegt sich mit dem Signalhebel, und indem der erstere durch den dem Querschnitt des Schiebers genau entsprechenden Schlitz einer Schubstange hindurchgeht, hindert er jede Bewegung dieser Schubstange, also auch des mit ihr verbundenen Weichenhebels; er schliefst also die Weiche je nach der Lage des Schlitzes in der einen oder anderen Endstellung derselben.

Auf der Anordnung dieser Schlitze in jeder Schubstange beruht daher allein die Erfüllung der für jeden Specialfall zu normirenden Bedingungen, die sich allgemein folgendermaafsen zusammenfassen lassen:

1) Bevor ein Signal auf Fahrt gestellt werden kann, müssen die von dem Zuge zu durchfahrenden Weichen richtig gestellt sein.

2) Dadurch, dafs das Signal auf Fahrt gestellt wird, fixirt es zugleich die vom Zuge zu durchfahrenden Weichen, und bleiben diese so lange festgelegt, bis das Signal wieder auf „Halt" gestellt ist.

3) Sobald ein Signal auf „Fahrt" gestellt ist und so lange es in dieser Stellung bleibt, kann kein anderes Signal, welches dem durch jenes gestatteten Zuge Gefahr bringen kann, auf „Fahrt" gestellt werden.

Indem man die Schlitze nach der Bedingung ad 1 anordnet (der Vortragende erläuterte dies an einem einfachen Beispiel der Abzweigung einer zweigeleisigen Bahn von einer zweigeleisigen), sind damit naturgemäfs die Bedingungen ad 1 und 2 erfüllt. Der Bedingung ad 3 wird dadurch nicht in allen Fällen entsprochen; dazu ist nöthig, dafs auch für diejenigen Weichen, welche zwar der Zug nicht zu durchfahren hat, die aber in einer gewissen Stellung eine Geleisestrafse öffnen, deren Befahrung dem Zuge Gefahr bringen kann (sogen. feindliche Weichen), in den Schubstangen Schlitze so angeordnet werden, dafs der Schieber des Signalhebels auch diese Weichen und zwar in derjenigen Stellung schliefst, welche jede Gefahr für den Zug ausschliefst; es wird also z. B. bei einer einfachen Weichenverbindung zwischen 2 Geleisen nicht nur diejenige Weiche, welche der das eine, gerade Geleise befahrende Zug durchfährt, sondern auch die andere zu derselben Weichenverbindung gehörige im zweiten Geleise liegende Weiche gleichfalls auf den geraden Strang fixirt.

Dies Verfahren ist nicht nur durchaus statthaft, da jene Weiche in der feindlichen Stellung doch nicht befahren werden darf, sobald der betreffende Zug Fahrsignal bekommen hat (Ausnahmen kommen allerdings vor), sondern es erhöht entschieden die Sicherheit für den Zug selbst, und wird deshalb gerade für dringend nothwendig gehalten.

In den meisten Fällen wird hierdurch der Bedingung ad 3 (oben) vollständig genügt; wo das dennoch nicht der Fall ist, wie bei eingeleisigen Fahrstrafsen, die bei der Einfahrt und Ausfahrt bei genau gleicher Weichenstellung befahren werden, oder bei einfachen Kreuzungen, bei denen überhaupt keine Weichen zu stellen sind, da wird die gleichzeitige Fahrtstellung zweier Signale dadurch unmöglich gemacht, dafs eines dieser beiden Signale nicht nur den oben erwähnten Schieber, sondern zugleich auch eine Schubstange (gleich wie die Weichenhebel) erhält; in dieser wird dann für den Schieber des anderen Signales ein Schlitz so angebracht, dafs sie durch Fahrtstellung dieses Signales fixirt, das Signal also nicht aus der Haltstellung gebracht werden kann; analog wird diese Schubstange durch Umlegung des mit ihr verbundenen Signalhebels so verschoben, dafs der Schieber des anderen Signalhebels nicht in den Schlitz der Schubstange eingreifen, also nicht bewegt werden kann, mithin den Signalhebel selbst fixirt, das zweite Signal also nicht aus der Haltstellung gebracht werden kann.

In der Ruhestellung der Hebel stehen sämmtliche Signale auf „Halt", die Weichen auf den geraden Strang; nur in einzelnen Fällen, wo eine Weiche vorzugsweise für den krummen Strang gebraucht wird, wird event. diese Stellung als Ruhestellung angenommen.

Die Signalhebel sind mit fortlaufenden Nummern versehen, die Weichenhebel ebenso mit Buchstaben; jeder Signalhebel trägt aufserdem ein kleines Schildchen, auf dem die Fahrrichtung des Zuges und darunter die Buchstaben derjenigen Weichenhebel verzeichnet sind, welche für das Signal umgelegt werden müssen.

Die Verständigung des Wärters, für welchen Zug er das Fahrsignal stellen soll, geschieht durch elektrische Verbindung mit der Station durch Morse-, Zeiger- oder Tableau-Apparat. Der erstere ist für die Controle der zuverlässigste, nimmt aber viel Zeit in Anspruch, und erfordert bei grofser Frequenz in der Regel einen besonderen Telegraphisten; der Zeigerapparat (auf den Braunschweiger Bahnen meistens in Gebrauch) ist handlicher, gestattet auch die Rückmeldung als Zeichen des Verständnisses, bietet also hinreichende Garantie und eine gewisse Controle. Auf der Rheinischen Bahn ist der Tableau-Apparat, dessen Bedienung die geringste Zeit beansprucht, allgemein im Gebrauch; zur Signalgebung wird dabei auf der Station der vorhandene Läute-Inductor benutzt, der so viele mit den Nummern und Zugbezeichnungen versehene Umschalt-Tasten erhält, wie Signale vorhanden sind; in der Apparatbude befindet sich ein Tableau mit den mit

den entsprechenden Signalnummern und Bezeichnungen versehenen Klappen nebst einem Klingelwecker, und es erscheint in dem betreffenden Fensterchen die Nummer desjenigen Signals, welches der Wärter stellen soll.

Der Wärter hat mit diesem Avertissement nichts weiter zu thun, als die in dem Fenster sichtbar gewordene Nummerscheibe durch den einfachen Druck auf einen Knopf abzustellen, sobald er das Fahrsignal danach gestellt hat.

Dieser Tableau-Apparat hat sich als Avertissement selbst bei dem länger als ein Jahr im Betriebe stehenden Centralapparat an der frequentesten Stelle (Gereon bei Cöln) als ganz zuverlässig und vollkommen zweckentsprechend erwiesen.

Die Handhabung des Central-Apparates ist sehr einfach und kann namentlich in Bezug auf die Signalbedienung für durchgehende Züge jedem gewöhnlichen Weichensteller überlassen werden.

Auf das Avertissement begiebt sich der Wärter zu dem mit der avertirten Nummer bezeichneten Apparat-Hebel, liest die auf demselben notirten Buchstaben, legt die mit diesem Buchstaben bezeichneten Weichenhebel, und darauf den Signalhebel um. Ein Irren bei dieser einfachen, jederzeit von ihm zu controlirenden Operation kann niemals Gefahr bringen; in Folge der Construction des Apparates kann er den betreffenden Signalhebel nicht umlegen, wenn die bezeichneten Weichenhebel nicht vorher umgelegt sind, oder wenn andere Weichen umgelegt sind, die für das zu gebende Signal in der Ruhestellung fixirt werden sollen, oder wenn er falsche Weichen umgelegt hat, oder wenn ein anderes Signal bereits auf „Fahrt" steht, welches neben dem zu gebenden Signal nicht gleichzeitig auf „Fahrt" stehen darf. Irrt er sich in der Nummer des avertirten Signales, stellt er also ein falsches Fahrsignal, so wird der Zug schlimmsten Falles aufgehalten, weil nicht das ihm zukommende, sondern ein anderes Signal „Fahrt" zeigt, und sollte selbst bei nebeneinander stehenden Signalen vor einer Abzweigung der Maschinist auf das falsche Signal hin weiter fahren, so ist die Fahrstrafse für dieses Signal offen, er fährt also in eine falsche Richtung hinein, kann dabei aber nicht Unglück anrichten, weil die Weichen dann für diese Fahrrichtung gestellt sein müssen und ein anderer Zug ihn nicht gefährden kann. Nach den practischen Erfahrungen auf der Rheinischen Bahn ist ein solcher Irrthum seitens des Wärters selbst in der ersten Zeit übrigens höchst selten vorgekommen; bei den täglich zur selben Zeit sich wiederholenden Signalen weifs der Wärter vorher schon, welcher Zug zu erwarten ist. Dagegen kommt noch jetzt ein Irrthum in der Avertirung des Wärters seitens der Station sehr häufig vor; auch der ist nicht von schädlichen Folgen begleitet, der Wärter rectificirt ihn in der Regel ohne Weiteres auf eigene Verantwortung.

Die einzige Schwierigkeit bei Handhabung des Apparates entsteht beim Rangiren in den vom Apparat aus bedienten Weichen, und besteht darin, dafs der Wärter bei den kurzen Bewegungen der Maschinen oder Züge das Umlegen der entfernt liegenden Weichen zur richtigen Zeit ausführt; dafs er sicher sein mufs, dafs der Zug die umzulegende Weiche verlassen resp. noch nicht erreicht hat. Diese Schwierigkeit ist aber erfahrungsmäfsig nicht so grofs, dafs sie nicht durch einige Uebung von einem Manne von der Intelligenz eines guten Weichenstellers überwunden würde, sie wird durch Anbringung von Hebelschienen (sogen. Sicherheitsweichen), wie sie namentlich auf den Braunschweigischen Bahnen allgemein im Gebrauch sind, fast ganz gehoben.

Man darf dabei auch nicht vergessen, dafs täglich zur selben Zeit dasselbe Manöver sich wiederholt, und dafs durch akustische oder optische Signale des Rangirers System und Sicherheit sich sehr leicht hineinbringen lassen; man mufs ferner dabei erwägen, dafs die sonst neben den Weichen stehenden Weichensteller, die stets mehrere Weichen zu bedienen und zu deren Bedienung hin und her zu laufen haben würden, bei Weitem nicht mit der Ruhe arbeiten, wie der Centralwärter am Apparat.

Das Arbeitsquantum des Centralwärters ist selbst bei gröfserer Frequenz viel geringer, als es gewöhnlich erscheint; als Beispiel möge die Leistung an dem ersten Apparat auf dem Bahnhofe Gereon zu Cöln (Rheinische Bahn) dienen; von demselben werden 8 Signale und 11 Weichen bedient, von denen 2 im Nebengeleise liegen, niemals fixirt, sondern nur zu Rangirzwecken benutzt werden; vor Aufstellung des Apparates waren zur Bedienung dieser Weichen und Signale (von letzteren waren nur 5 Stück vorhanden) 3 Doppelposten (Tag und Nacht) factisch vorhanden und erforderlich, und obgleich jetzt abgesehen von den vorkommenden Rangir-Manövers binnen 24 Stunden ca. 200 Züge und Maschinen passiren und signalisirt werden, von denen der gröfste Theil in den Tagesdienst fällt, so genügt doch ein Doppelposten (mit 12stündiger Ablösung) ohne jede Ueberbürdung vollkommen zur Bedienung des Apparates.

Für die Anlage der Apparate bei gegebenen Situationen, die Bestimmung, wie viel und welche Weichen und Signale von demselben zu bedienen sind, lassen sich vorläufig allgemeine theoretische Regeln nur insoweit aufstellen, als für jede Fahrrichtung ein Signal vorhanden sein, die in jeder Fahrrichtung liegenden Weichen und die in Nebengeleisen liegenden feindlichen Weichen fixirt werden müssen. Wie weit dabei der, der Controle und Aufsicht des Centralwärters zu unterstellende, von den Signalen begrenzte Rayon ausgedehnt werden darf, hängt so sehr von der Situation und den Betriebsverhältnissen ab, dafs sich schwer Regeln geben lassen.

Alle innerhalb jenes Rayons liegenden Weichen, auch wenn sie nicht fixirt werden müssen, wird man zur Ersparung von Weichenstellern vom Apparat aus bedienen lassen.

Bei ausgedehnten complicirten Situationen hat man zu erwägen, ob man nur einen oder ob man mehrere Apparate aufstellt; die Anordnung mehrerer Apparate hat den Vortheil der gröfseren Uebersichtlichkeit jedes einzelnen Rayons, dagegen den Nachtheil der gröfseren Anzahl von Signalen, da für jeden Apparat jede Bahn nach beiden Richtungen durch Signale gedeckt werden mufs.

Bei kleineren Rayons ist es völlig überflüssig, den Apparat besonders erhöht aufzustellen; von den auf den Strecken der Rheinischen Bahn im Betrieb befindlichen Apparaten sind diejenigen zu

Gereon I.	mit	19 Hebeln,
- II.	-	15 -
Kalscheuern	-	16 -
Euskirchen	-	20 -
Kalk	-	12 -

Essen Abgang Zollverein mit 14 Hebeln,
Hochfeld . . . . . - 20 -
sämmtlich nicht hoch placirt; der Fufsboden der Bude liegt — wie es die einfachste Construction des Apparates ergiebt — $0{,}_{65}$ m über Schienen-Oberkante.

Bei ausgedehnteren Anlagen, z. B. Düren mit 33 Hebeln, bei welcher die äufserste Weiche 300 m vom Apparat entfernt liegt, ist der Apparat $8{,}_5$ m über Schienen-Oberkante hoch placirt, welche aufsergewöhnliche Höhe durch eine den Rayon durchschneidende Wegeüberführung, über die hinaus der Wärter Aussicht behalten mufste, bedingt war.

Die in Vorstehendem angedeuteten allgemeinen Principien über die allgemeine Anordnung der Anlage wurden vom Vortragenden an vorgelegten Situations-Zeichnungen zu ausgeführten resp. in der Ausführung begriffenen Apparaten für Cöln (Gereon), Düren, Kray etc. näher erläutert, woran derselbe eine Besprechung über die Placirung mehrerer Signale an demselben Bahnpunkte knüpfte und etwa folgendes ausführte:

Da für jede Fahrrichtung bei Anwendung eines Central-Weichen- und Signal-Apparates (beliebigen Systems) ein Signal vorhanden sein mufs, so folgt daraus, dafs an solchen Geleisen, die sich im weiteren Verlaufe nach mehreren Richtungen verzweigen, vor den Abzweigungsweichen mehrere Signale (für jede Richtung eins) placirt werden müssen, und es entsteht die in der jetzigen Zeit der neuen Redigirung aller Signalordnungen brennend gewordene Frage, wie diese Signale placirt werden sollen, damit die durch jedes einzelne Signal bezeichnete Fahrrichtung an der Stellung des Signales möglichst präcise sich erkennen läfst.

Von vornherein mufs man davon absehen, diese Signale hinter einander zu stellen, weil stets nur eins derselben „Fahrt" zeigen kann, die übrigen also auf „Halt" stehen, und kein Maschinist ein allein stehendes Haltesignal überfahren darf; es bleibt also nur übrig, sie neben oder unter einander zu placiren.

Die Anordnung der Signale nebeneinander hat den grofsen Vorzug, dafs sie eine sichere Bezeichnung der Fahrrichtungen giebt; das erste Signal (von links nach rechts gerechnet und vom Zuge aus gesehen) bezeichnet die erste Abzweigung nach links resp. die von allen Fahrrichtungen am meisten nach links liegende, das letzte Signal (rechts) die am meisten nach rechts liegende Bahn, die dazwischen stehenden Signale correspondirend mit der Lage der dazwischen liegenden Fahrrichtungen.

Diese Anordnung erfordert aber nicht nur eine grofse Anzahl Signalmaste, sondern auch viel Raum neben dem Geleise oder besondere Constructionen über dem Fahrgeleise zur Aufstellung einer gröfseren Anzahl Signale.

Die Anordnung der Signale über- resp. untereinander vermeidet die letzterwähnten Uebelstände, hat aber den Nachtheil, dafs die Stellung der Signale die Lage der zugehörigen Bahnen nicht ohne Weiteres präcise erkennen läfst; die Deutung, dafs die Signale von oben nach unten der Reihe nach den Abzweigungen von links nach rechts entsprechen sollen, ist durchaus verwerflich, da man mit ganz gleichem Rechte auch das Entgegengesetzte bestimmen kann; der Maschinist, welcher die Auflösung des Räthsels vergessen hat, kommt vor dem Signale rathlos an und findet keinen Anhalt für die Lösung, denn oben kann eben so gut links wie rechts bedeuten. Als einzig zulässige Deutung erscheint für dieses System die Bestimmung, dafs das oberste Signal als Hauptsignal der Hauptbahn, die anderen der Reihe nach den wenigerwerthigen Bahnen und Abzweigungen entsprechen, gleichviel, ob diese rechts oder links abzweigen. Mit dieser Deutung ist das System als solches aber nicht streng durchführbar, weil sehr häufig gleichwerthige Bahnen vorkommen. Bei Station Kalscheuern der Rheinischen Bahn z. B. verzweigt sich die bis dahin einheitliche Hauptbahn in die Bahnen nach Bingen und nach Trier; beides sind Hauptbahnen, beide annähernd gleich lang, und man wird dabei sehr im Zweifel sein, welcher von beiden man das oberste Signal zuerkennen soll.

Dagegen läfst sich die Anordnung bei einer Combinirung beider Systeme, wie sie an der Rheinischen Bahn projectirt resp. provisorisch eingeführt ist, sehr wohl verwerthen, wenn man die Signale für die abzweigenden Hauptbahnen neben einander stellt, und die Signale für die aus diesen ferner abzweigenden Nebenbahnen (Gütergeleisen) je unter dem Signal der zugehörigen Hauptbahn anordnet. Bei der Einfahrt in Bahnhöfe kommen dann übereinander stets nur zwei Signale vor, von denen das oberste stets dem Hauptgeleise, das untere der Abzweigung in den Güterbahnhof angehört; bei Kalscheuern stehen z. B. 2 Maste, von denen der linke das Signal für die links liegende Bahn nach Bingen (oben), der rechte zwei Signale übereinander trägt, das obere für das Hauptgeleise nach Trier, das untere für das aus dem letzteren abzweigende Nebengeleise nach dem Güterbahnhofe.

Findet bei der Ausfahrt aus einem Bahnhofe eine Verzweigung statt, so werden in der Regel die Signale nebeneinander zu stellen sein; bei Cöln verzweigt sich das Hauptgeleise nach der Ausfahrt aus dem Festungsthor in vier Richtungen, zwei davon sind Hauptbahnen, zwei andere Nebenbahnen, die indessen in keinem Connex mit jenen Hauptbahnen stehen, und es sind deshalb 4 Signale nebeneinander über dem Ausfahrtsgeleise placirt.

Ebenso empfiehlt es sich, bei Abzweigungen auf der freien Strecke die betreffenden Signale vor der Abzweigung stets nebeneinander zu stellen, weil mehrere abzweigende Nebenbahnen häufig ganz gleichwerthig sind. Dieses combinirte System kann daher allgemein zur Anwendung empfohlen werden. —

Bei der Neuwahl des Vorstandes wurden in letzteren die Herren Weishaupt, Hartwich, Streckert, Oberbeck, Ernst und Röder gewählt.

In üblicher Abstimmung wurden hierauf Regierungs-Assessor Becher und Baumeister Lantzendörfer als ordentliche einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.